المختار في

التكنولوجيا

3 ثانوي

الهندسة الكهربائية

AS

شعبة : تقني رياضي



- خلاصات وافية للدروس
- حلول نشاطات و تمارين الكتاب المدرسي



Teeh ص

كتاب التكنولوجيا

هندسة كهربائية
شعبة تقني رياضي

3AS

إعداد السادة الأساتذة

الطيب سلمان: أستاذ مهندس مكون

سفيان عاشور: أستاذ مهندس مكون

حسيبة مناصر: أستاذة مهندسة مكونة

دار المختار للطباعة والنشر والتوزيع

دار المختار

العنوان: شارع البريد/اسطاوالي-الجزائر

هاتف /فاكس : 021/39-14-64

Email:edition.mokhtar@gmail.com

طبعة 2013



بسم الله الرحمن الرحيم

تقـــديـــم

المنهـــاج و الكتـــاب

هذا الكتاب دعامة من دعائم المنهاج الجديد لأقسام السنة الثالثة تقني رياضي فرع هندسة كهربائية ، نجد فيه كـل المفـاهيم الضرورية اللازمة لفهم الوظائف الأولية للكهرباء.

ترتكز المقاربة بالمشاريع المقترحة على أنظمة حقيقية تجعل المتعلم في وضعية إشكالية ترغمه على النشاط لإيجاد الإجابات و الحلول المناسبة ، و تسهل إلى حد كبير عمل الأستاذ.

إنه الكتاب الثاني من سلسلة تكنولوجيا الهندسة الكهربائية ، وهو يهدف أساسا إلى تحقيق جملة من الكفاءات:

- أن يكتسب المتعلم القدرة على الإعلام ، والاتصال و استغلال الوثائق و المستندات.
- أن يتمكن المتعلم من تحليل نظام تقني أو عنصر تقني موضوع الدراسة في النظام.
- أن يتعرف المتعلم على الهياكل المادية في نظام تقني والتي تسمح بإنجاز الوظائف الموجودة.
- أن يستطيع المتعلم تحليل تشغيل النظام التقني أو العنصر التقني موضوع الدراسة في النظام.
- أن يوظف معلوماته ومكتسباته في إبداع و إنجاز نظام تقني أو عنصر تقني بسيط آلي أو غير آلي ،أو جهاز تحكم وفق معطيات دفتر الشروط.

محتويـــات الكتـــاب

لقد أنجز هذا الكتاب بهدف إعطاء المتعلمين المفاهيم الإبتدائية الأساسية في مجالات الإلكترونيك و الإلكتروتقني و الآليات حسب خطوات مشروع لتنمية روح الاستقلالية و المبادرة عند المتعلم في تسيير مختلف نشاطاته. لقد عملنا على جعل محتوياتـــه تتماشـــى و روح المنهاج الجديد في إطار الإصلاح الشامل لمنظومتنا التربوية ، فقدمنا العناصر الضرورية لإنجاز نشاطات تعلم متنوعة : تجريبية، وصفية، توثيقية و باستعمال الإعلام الآلي.

هذا الكتاب موجه نحو اكتساب الطرق الملائمة لفهم الأنظمة ، فهو يدمج و ينظم و يهيكل المعارف اللازمة للتـــدخل فـــي نظـــام حقيقي أو جزء من نظام تقني أو عنصر تقني في نظام.

الهيكلة المعتمدة في كل فصل لا تمثل بالضرورة نموذجا بيداغوجيا وحيدا ، لكنها تمنح الإطار المنطقي لدراسة الأنظمة.

صمم الكتاب بطريقة تتماشى مع البرنامج الجديد لوزارة التربية الوطنية الذي هو تطوير (في المحتوى العلمـــي و فـــي النظـــرة البيداغوجية) للبرنامج السابق لشعبة التكنولوجية فرع هندسة كهربائية الذي كان مبنيا على الأنظمة الآلية و على التحكم في تشغيلها . مع هذا الكتاب الجديد ، و كتاب السنة الثانية تقني رياضي فرع هندسة كهربائية ، إستراتيجية بيداغوجية توضع حيز التنفيـــذ بمنظـــور المقاربة بالكفاءات و العمل وفق خطوات مشروع حتى يتمكن المتعلم إلى الوصول (أو تحقيق) الكفاءات المنتظرة ، وهو يحتوي علـــى سبعة محاور :

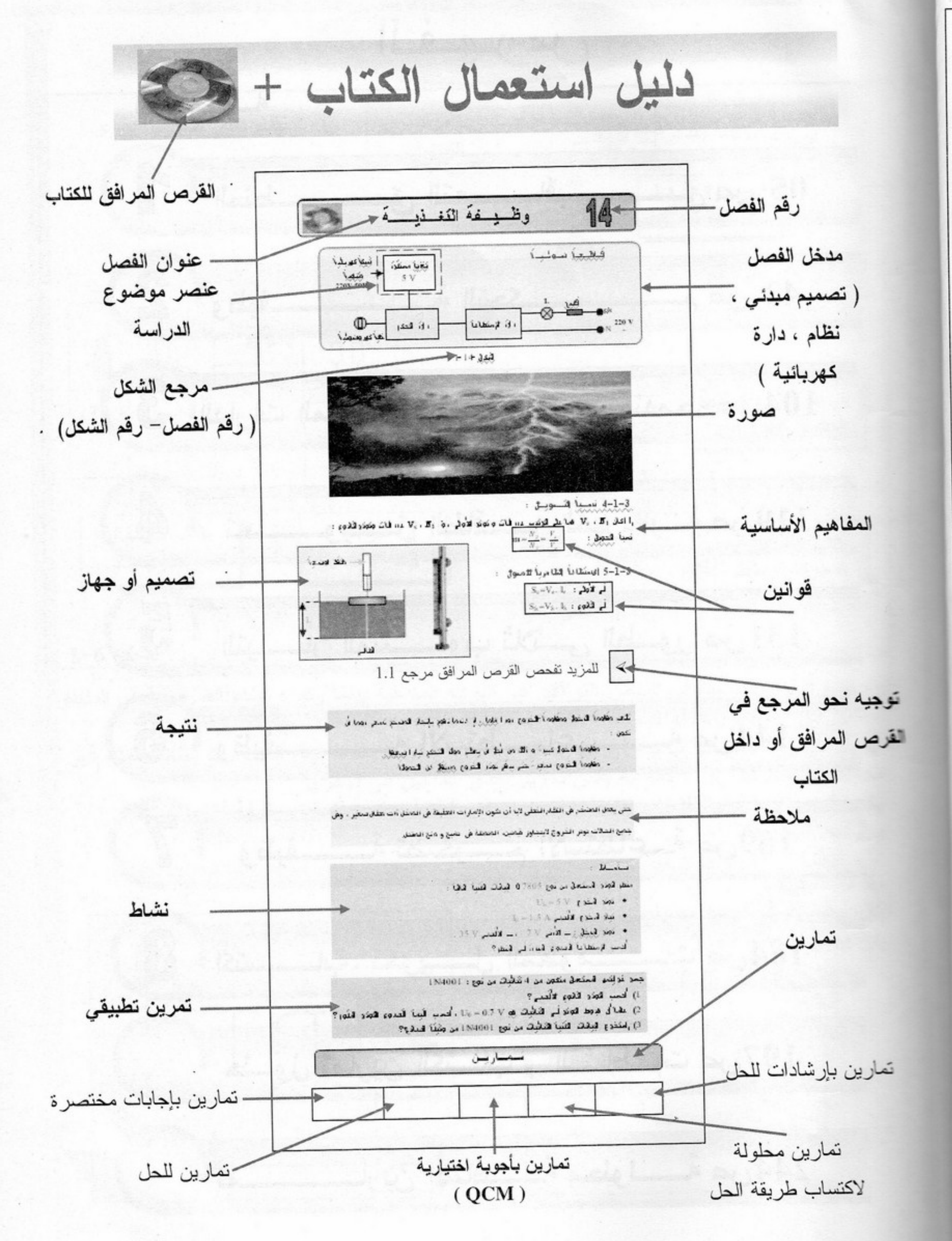
1- وظيفة الغذية 2- وظيفة الإستطاعة 3- وظيفة تظخيم الإستطاعة 4- إكتساب ، تحويل المعلومات و الترشيح
5- المنطق التوافقي 6- وظيفة التحكم 7-الدارات المنطقية المبرمجة على شكل دارات مندمجة

تشكرات

نتقدم بالشكر الجزيل لكل الذين ساهموا في إنجاز هذا الكتاب من قريب أو من بعيد ونذكرمنهم :

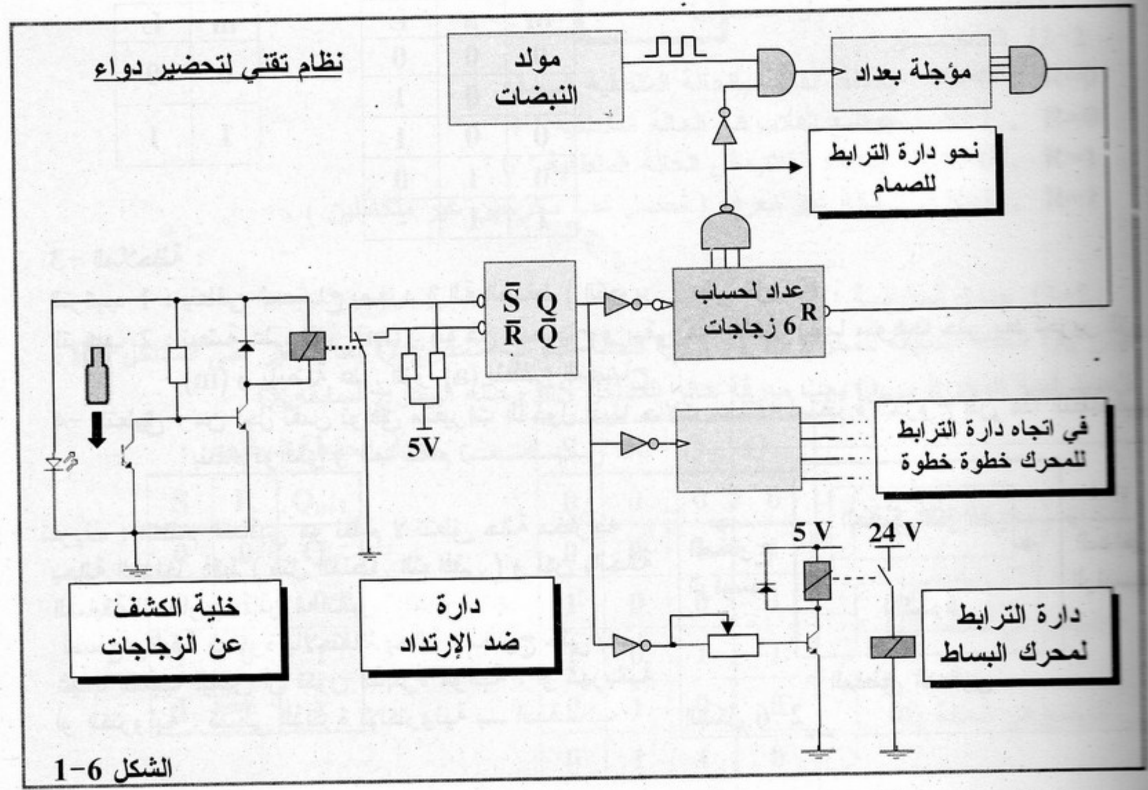
- السيد مغزي مفتش التربية و التكوين و رئيس اللجنة المتخصصة للهندسة الكهربائية على نصائحه و توجيهاته.
- السيد تدلاوي فيصل إلياس مدير متقنة بوفاريك القديمة باحتضان مؤسسته لجنة التأليف .
- السيد بوسعود مقران مفتش التربية و التكوين هندسة كهربائية على نصائحه و توجيهاته .
- السيدة يحياوي أستاذة مهندسة في متقن قصر البخاري على مساهمتها القيمة .

دليل استعمال الكتاب +



الفهرس

1 المنطق التعاقبي



الشكل 6-1

إن ركيزة البناء الأساسية في المنطق التوافقي هي البوابة المنطقية بينما ركيزة البناء الضرورية في المنطق التعاقبي هي " القلاب " حيث يقوم هذا الأخير بعدة عمليات :

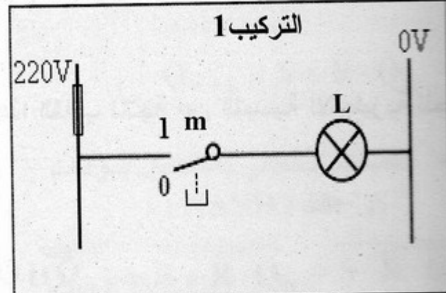
عملية تخزين المعلومات الثنائية في صورة "0" أو "1" و يمكن الإحتفاظ بهذه المعلومات الثنائية لمدة غير محددة " وظيفة الذاكرة " . كما أنه يمكن تحويل إحدى الحالتين إلى الأخرى .

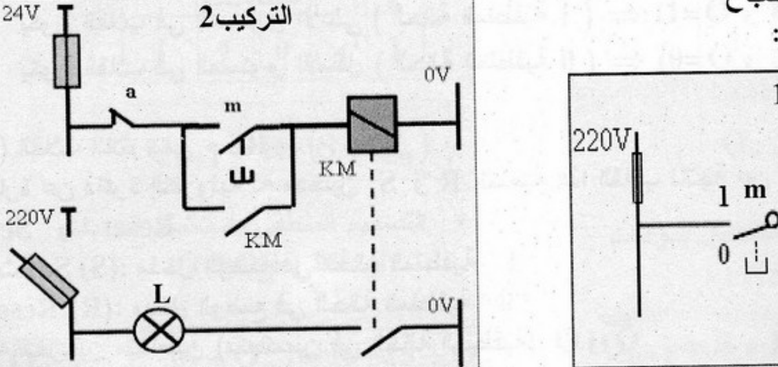
بتوصيل مجموعة من القلابات فيما بينها نكون دارات منطقية تعاقبية لتحقيق وظيفة تخزين و عد و إزاحة المعلومات .

وظيفة الذاكرة :

مثال : التحكم في توهج مصباح

ليكن التركيبين رقم 1 و 2 :





1- التركيب1 : التحكم بزر ضاغط   التركيب2 : التحكم بمرحل
2- جداول الحقيقة :

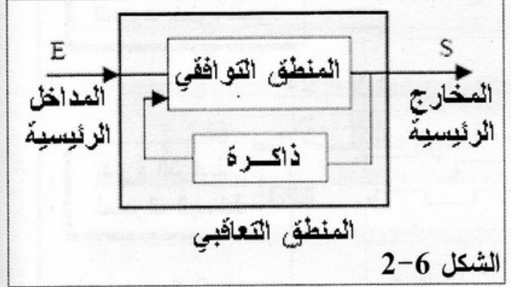
التركيب1 :

m	L
0	0
1	1

التركيب2 :

m	a	L
0	0	0
1	0	1
0	0	1
0	1	0
1	1	-

3- الملاحظة :
التركيب 1 : ينطفئ المصباح بمجرد إزالة الضغط (التحرير) على الزر K .
التركيب 2 : نبضة على الزر (m) ، يتوهج المصباح و يبقى هذا الأخير دائما متوهجا حتى بعد تحرير الزر (m) و بنبضة على الزر (a) ينطفئ المصباح .
4- التعليق : من أجل نفس توافق متغيرات الدخول لدينا حالات مختلفة لمتغيرة الخروج إذن هذا النظام ليس بنظام توافقي و إنما نظام تــعــاقــبــي .



الشكل 6-2

تعريف : النظام التعاقبي هو نظام لا تتعلق حالة مخارجه بحالة المداخل فقط (مثل المنطق التوافقي) و لكن بالحالة السابقة للمخارج : إذن له تأثير " الذاكرة " .
تسمح وظيفة الذاكرة بالاحتفاظ بحالة المخارج حتى بعــد غياب السبب .يمكن أن تكون الذاكرة هوائية ، أو كهربائية أو إلكترونية . تسمى الذاكرة الإلكترونية بــ الــقــلاب .

I) الــقــلابــات :

1) تعريف :

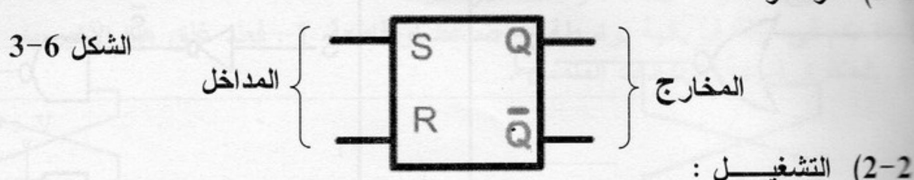
القلابات عبارة عن دارات منطقية تعاقبية لها حالتان مستقرتان تسمح بتخزين معلومة منطقية 0 أو 1 (بيت واحد) وتسمى بــ ذاكرة عنصرية .توجد عائلتين من القلابات :
- القلابات اللاتزامنية : تشغيلها مستقل عن إشارة التزامن .
- القلابات التزامنية : تشغيلها عند حضور إشارة التزامن .

نميز 4 أنواع من القلابات: JK , T , D , RST , RS التي يمكن أن تكون تزامنية أو لا تزامنية .
يحتوي كل قلاب على مدخل أو أكثر و مخرجين متكاملين Q و $\overline{Q}$
- يكون القلاب في المستوى الأعلى (الحالة المنطقية 1) ⇐ (Q=1 و $\overline{Q} = 0$)
- يكون القلاب في المستوى الأسفل (الحالة المنطقية 0) ⇐ (Q=0 و $\overline{Q} = 1$)

2) القلاب اللاتزامني « RS » :

عبارة عن ذاكرة إلكترونية له مدخلين S و R ،تسمية هذا القلاب ناتجة عن التسمية الإنجليزية للحالتين " Set " و " Reset "
حيث Set (S): مدخل الوضع في الحالة المنطقية " 1 "
Reset (R): مدخل الوضع في الحالة المنطقية " 0 "
وله مخرجين متكاملين (متعاكسين في الحالة المنطقية) Q و $\overline{Q}$

2-1) الرمــز :



2-2) التشغيـــل :

$S=0$, $R=0$ يحتفظ القلاب بالحالة المنطقية السابقة

$S=1$, $R=0$ يوضع القلاب في الحالة المنطقية " 1 "

$S=0$, $R=1$ يوضع القلاب في الحالة المنطقية " 0 "

$S=1$, $R=1$ حالة غير معرفة (نحصل على مخرجين غير متكاملين) .

2-3) جدول الحقيقــة

ليكن Q_n الحالة السابقة للمخرج Q و Q_{n+1} الحالة الموالية للمخرج Q بعد التأثير على المداخل RS .

لتحديد قيمة المخرج Q_{n+1} يجب معرفة حالة المداخل RS وحالة المخرج السابقة Q_n

	S	R	Q_n	Q_{n+1}
الاحتفاظ (وظيفة الذاكرة)	0	0	0	0
	0	0	1	1
الوضع في الحالة (1)	1	0	0	1
	1	0	1	1
الوضع في الحالة (0)	0	1	0	0
	0	1	1	0
حالة غير معرفة	1	1	0	x
	1	1	1	x

جدول الحقيقة المختصر :

S	R	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	x

2-4) المعادلة المنطقية Q_{n+1} :

Q_n \ SR	00	01	11	10
0	0	0	×	1
1	1	0	×	1

$$Q_{n+1} = S + \bar{R} \cdot Q_n$$

Q_n \ SR	00	01	11	10
0	0	0	×	1
1	1	0	×	1

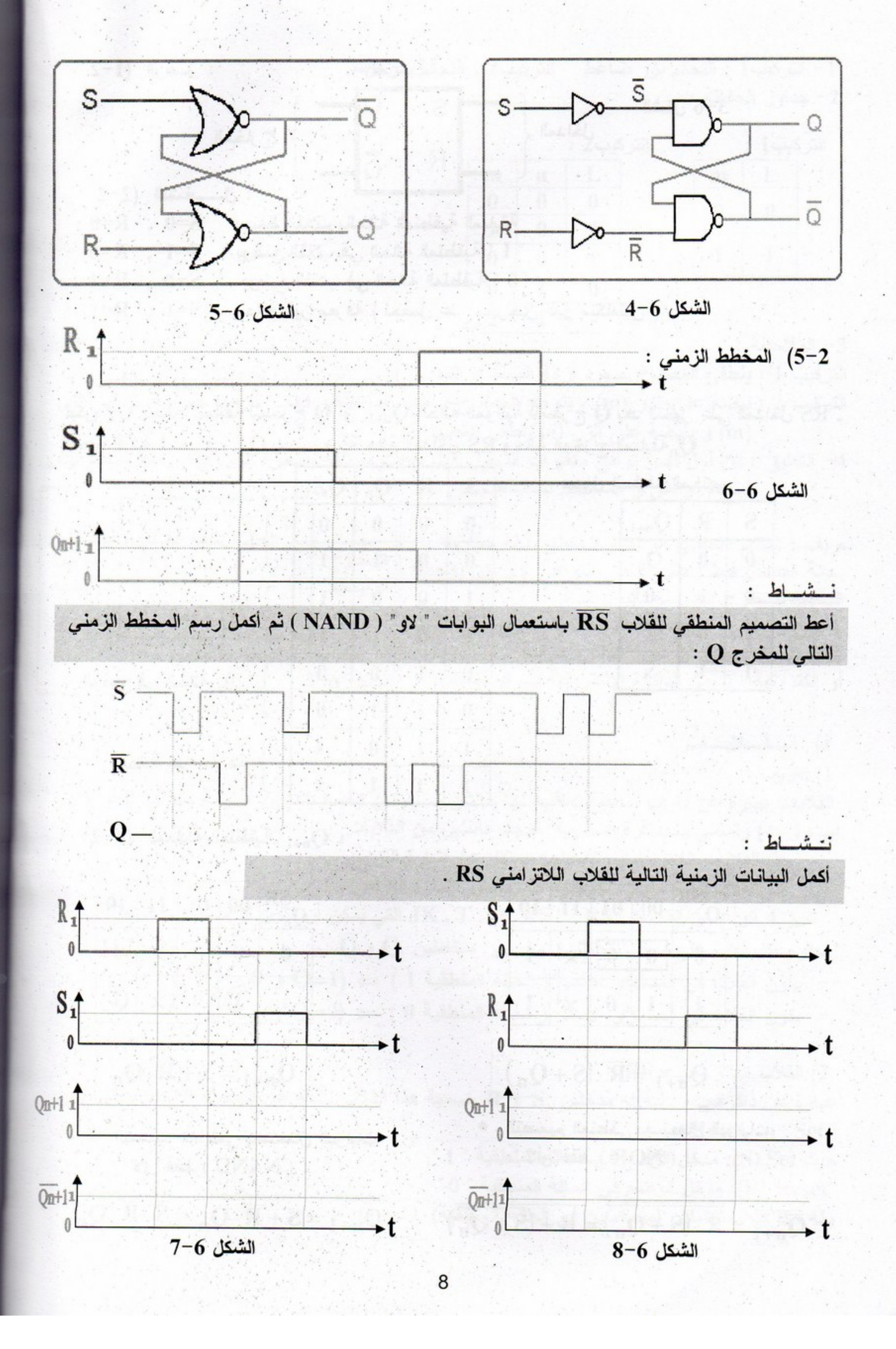
$$Q_{n+1} = \bar{R} \cdot (S + Q_n)$$

- التصميم المنطقي باستعمال البوابات " لاو" فقط (NAND) :

$$\overline{\overline{Q_{n+1}}} = \overline{\overline{S + \bar{R} \cdot Q_n}} = \overline{\bar{S} \cdot \overline{\bar{R} \cdot Q_n}}$$

- التصميم المنطقي باستعمال البوابات " لاأو" فقط (NOR) :

$$\overline{\overline{Q_{n+1}}} = \overline{\overline{\bar{R} \cdot (S + Q_n)}} = \overline{R + \overline{(S + Q_n)}}$$



الشكل 6-4

الشكل 6-5

5-2) المخطط الزمني :

الشكل 6-6

نشاط :

أعط التصميم المنطقي للقلاب $\overline{RS}$ باستعمال البوابات " لاو" (NAND) ثم أكمل رسم المخطط الزمني التالي للمخرج Q :

نشاط :

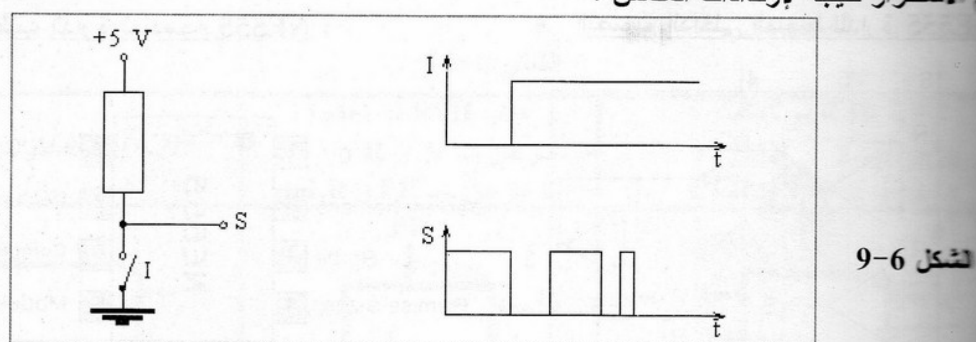
أكمل البيانات الزمنية التالية للقلاب اللاتزامني RS .

الشكل 6-7

الشكل 6-8

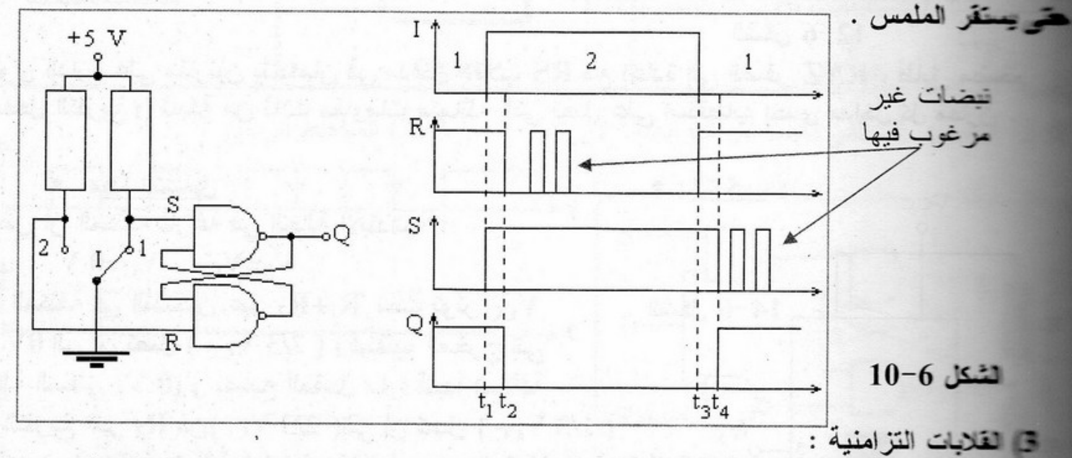
2-6) تطبيق القلاب RS : دارة ضد الارتداد

عند التحكم في حالة فيزيائية بواسطة زر ضاغط أو قاطعة I ، فعند غلق هذا الأخير يمر المخرج S بحالة عدم الاستقرار نتيجة لإرتدادات الملمس .



الشكل 6-9

لحل هذه الإشكالية أي حذف الارتدادات نستعمل دارة القلاب RS بحيث يحتفظ المخرج Q بالقيمة السابقة حتى يستقر الملمس .



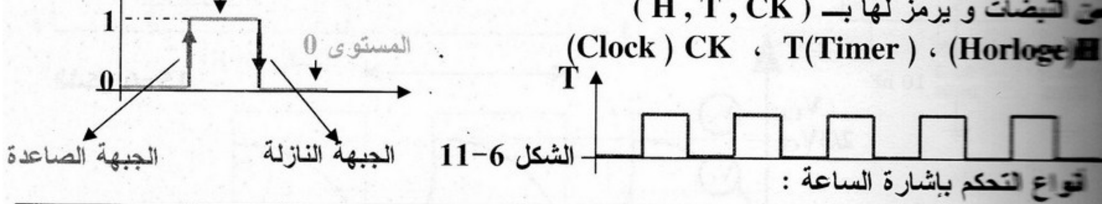
الشكل 6-10

3) القلابات التزامنية :

في هذا النوع من القلابات ، يتحكم في المخرج Q مدخل يسمى إشارة الساعة (التوقيتية) .

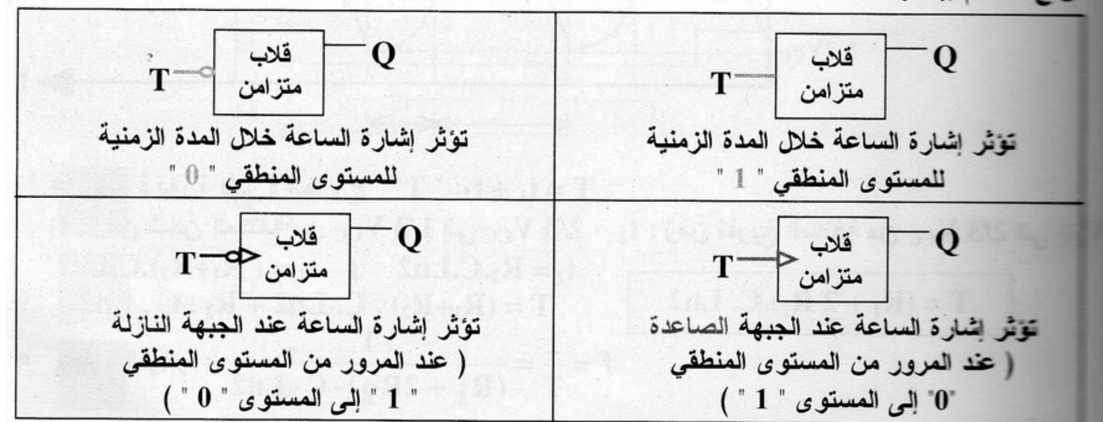
3-1) إشارة الساعة و خصائصها : هي عبارة عن سلسلة من النبضات و يرمز لها بـ (H , T , CK)

H (Horloge) ، T(Timer) ، CK (Clock)



الشكل 6-11

أنواع التحكم بإشارة الساعة :

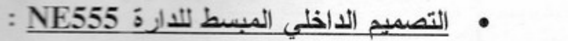


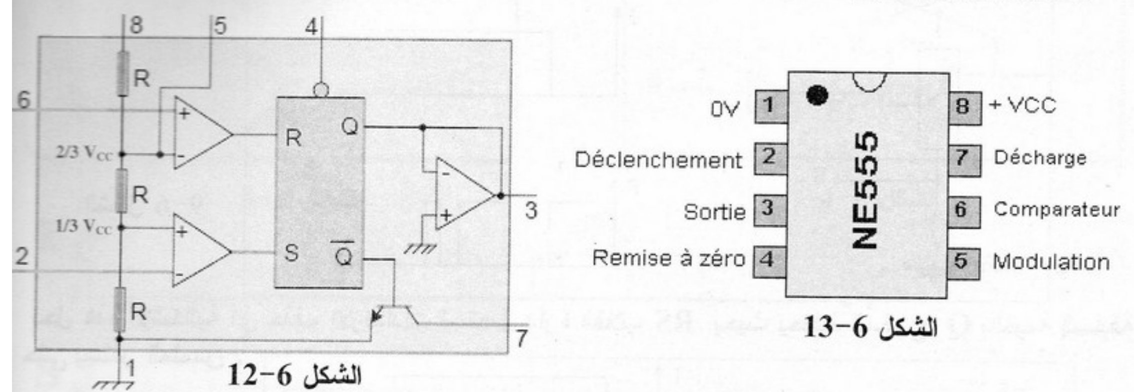
T قلاب متزامن Q تؤثر إشارة الساعة خلال المدة الزمنية للمستوى المنطقي " 1 "	T قلاب متزامن Q تؤثر إشارة الساعة خلال المدة الزمنية للمستوى المنطقي " 0 "
T قلاب متزامن Q تؤثر إشارة الساعة عند الجبهة الصاعدة (عند المرور من المستوى المنطقي "0" إلى المستوى " 1 ")	T قلاب متزامن Q تؤثر إشارة الساعة عند الجبهة النازلة (عند المرور من المستوى المنطقي " 1 " إلى المستوى " 0 ")

3-2) إشارة الساعة باستعمال الدارة المندمجة NE555 :

هناك عدة طرق للحصول على مولد النبضات ، من أبرزها استعمال مذبذب لامستقر بالدارة المندمجة NE555

- <u>تقطيب الدارة المندمجة</u> NE555 :
- <u>التصميم الداخلي المبسط للدارة NE555</u> :





الشكل 6-12

الشكل 6-13

تحتوي الدارة على مقارنين يتحكمان في مداخل القلاب RS مع إعادة إلى الصفر RAZ ، طابق مضخم و مقحل التفريغ و شبكة من ثلاث مقاومات متماثلة التي تعمل على استقطاب إحدى مداخل كل مقارن .

- <u>مبدأ التشغيل</u> :

نفرض أن المكثفة فارغة في الحالة الابتدائية :

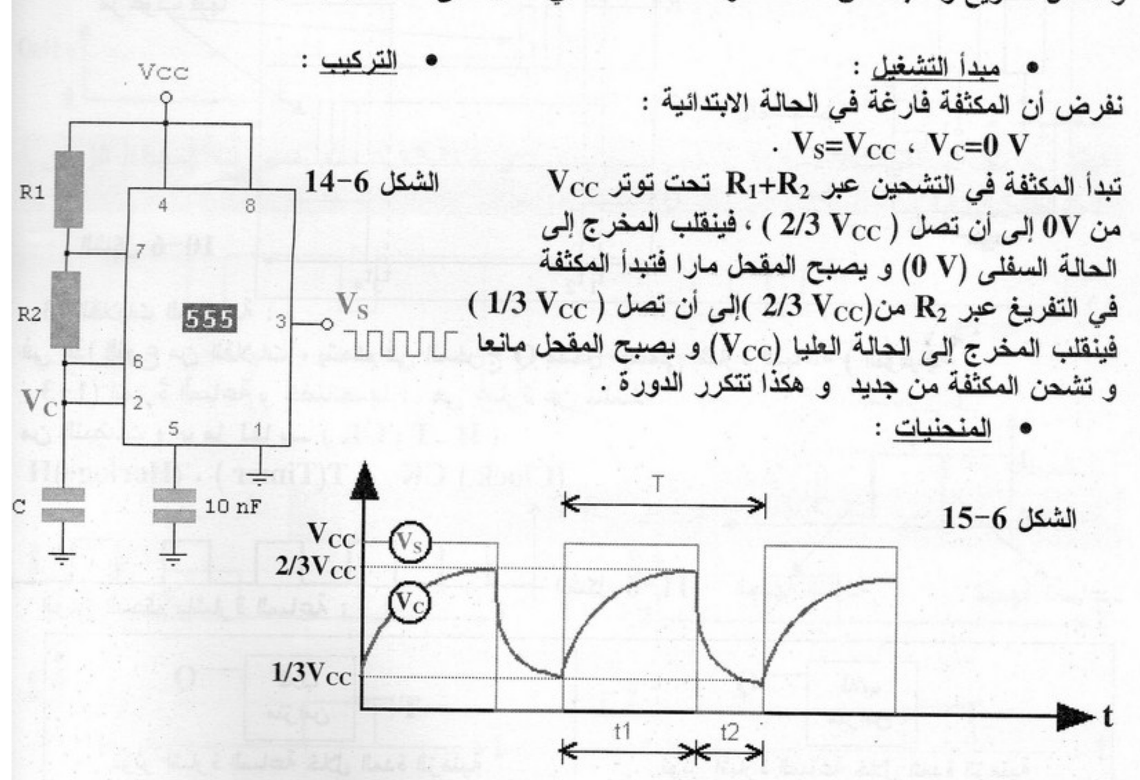
$V_S=V_{CC}$ ، $V_C=0$ V .

تبدأ المكثفة في التشحين عبر R_1+R_2 تحت توتر V_{CC} من 0V إلى أن تصل ($2/3\ V_{CC}$) ، فينقلب المخرج إلى الحالة السفلى (0 V) و يصبح المقحل مارا فتبدأ المكثفة في التفريغ عبر R_2 من($2/3\ V_{CC}$)إلى أن تصل ($1/3\ V_{CC}$) فينقلب المخرج إلى الحالة العليا (V_{CC}) و يصبح المقحل مانعا و تشحن المكثفة من جديد و هكذا تتكرر الدورة .

- <u>التركيب</u> :

الشكل 6-14

- <u>المنحنيات</u> :



الشكل 6-15

- <u>عبارة دورة إشارة الخروج</u> " T " : $T = t_1 + t_2$

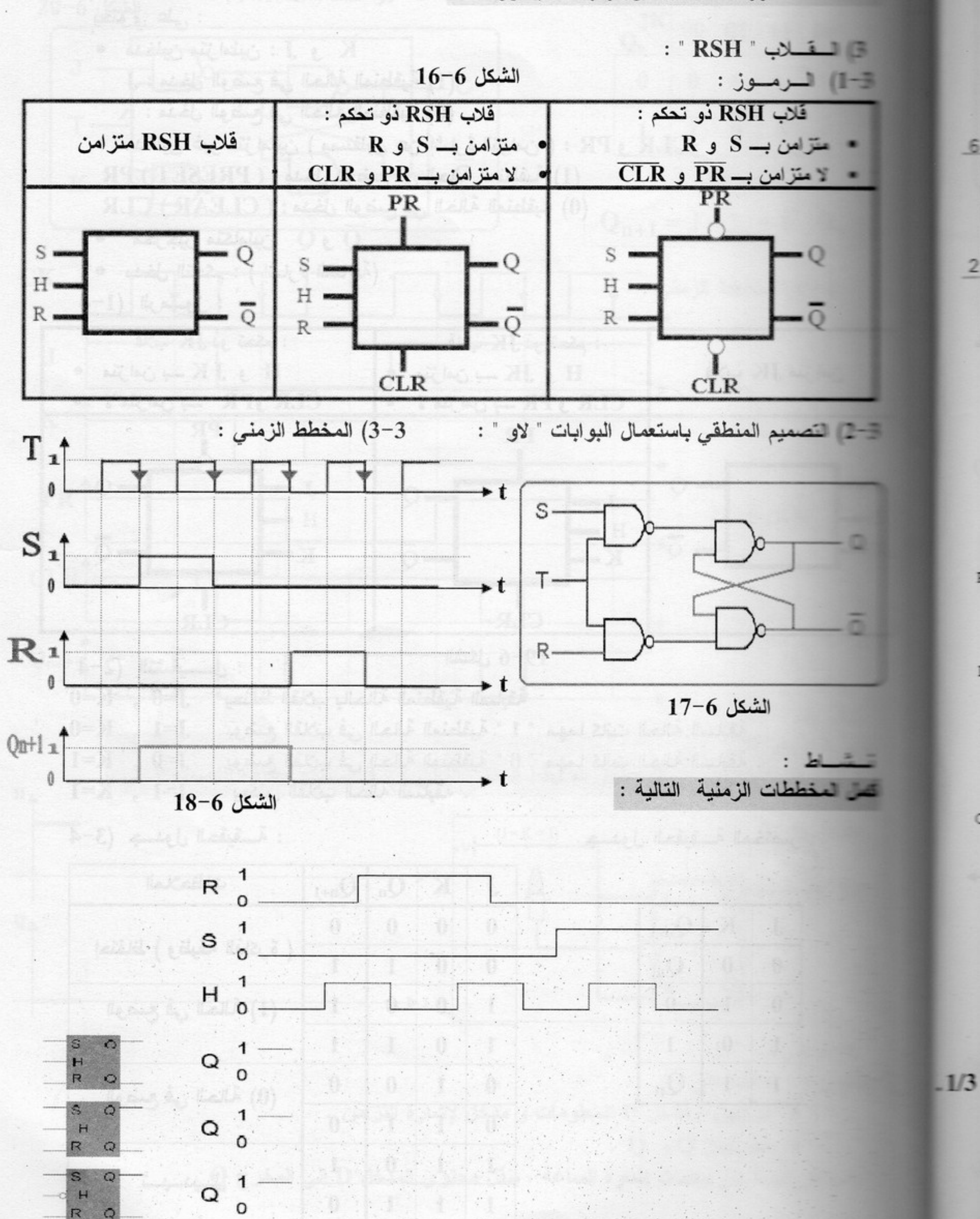
t_1 : زمن شحن المكثفة من $1/3\ V_{CC}$ إلى $2/3\ V_{CC}$ ، t_2 : زمن تفريغ المكثفة من $2/3\ V_{CC}$ إلى V_{CC}

$$t_1 = (R_1+R_2).C.\ln 2 \quad \text{و} \quad t_2 = R_2.C.\ln 2$$

$$T = (R_1+R_2) . C. \ln 2 + R_2 . C . \ln 2$$

$$T = (R_1 + 2 R_2).C. \ln 2$$

- عبارة التواتر : $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(R_1 + 2R_2) \cdot C \cdot \ln 2}$



ملاحظة : الدور T مستقل عن توتر التغذية V_{CC} .

3) القلاب " RSH " :

3-1) الرموز :

الشكل 6-16

قلاب RSH متزامن	قلاب RSH ذو تحكم : • متزامن بـ S و R • لا متزامن بـ PR و CLR	قلاب RSH ذو تحكم : • متزامن بـ S و R • لا متزامن بـ $\overline{PR}$ و $\overline{CLR}$

3-2) التصميم المنطقي باستعمال البوابات " لاو " :

الشكل 6-17

3-3) المخطط الزمني :

الشكل 6-18

نشاط :

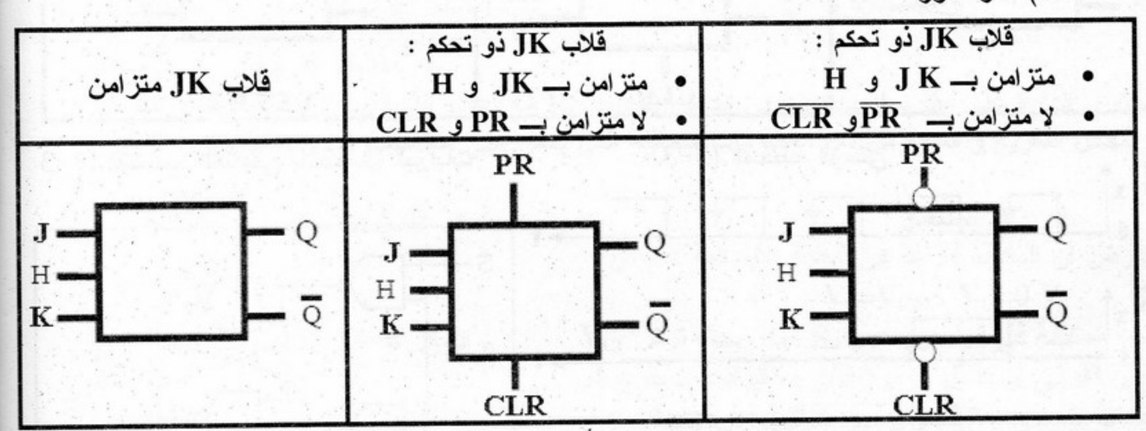
أكمل المخططات الزمنية التالية :

4) الـــقـــلاب " JK" :

صمم هذا القلاب لحذف الحالة الممنوعة (الغير معرفة) الموجودة في القلاب RS
يحتوي على :

- مدخلين متزامنين : J و K
  - J : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (1)
  - K : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (0)
- مدخلين غير متزامنين (مستقلين عن إشارة التزامن) : PR و CLR
  - PR (PRESET) : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (1)
  - CLR (CLEAR) : مدخل الوضع في الحالة المنطقية (0)
- مخرجين متكاملين Q و $\overline{Q}$
- مدخل التحكم : (إشارة الساعة) .

4-1) الرمـــوز :



الشكل 6-19

4-2) التشغيـــــل :

J=0 , K=0 يحتفظ القلاب بالحالة المنطقية السابقة

J=1 , K=0 يوضع القلاب في الحالة المنطقية " 1 " مهما كانت الحالة السابقة .

J=0 , K=1 يوضع القلاب في الحالة المنطقية " 0 " مهما كانت الحالة السابقة .

J=1 , K=1 يعكس القلاب الحالة السابقة .

4-3) جـــدول الحقيقـــة :

J	K	Q_n	Q_{n+1}	الملاحظات
0	0	0	0	إحتفاظ (وظيفة الذاكرة)
0	0	1	1	
1	0	0	1	الوضع في الحالة (1)
1	0	1	1	
0	1	0	0	الوضع في الحالة (0)
0	1	1	0	
1	1	0	1	تـــبـــديـــل
1	1	1	0	

جـــدول الحقيقـــة المختصر :

J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$

4-4) المعادلة المنطقية :

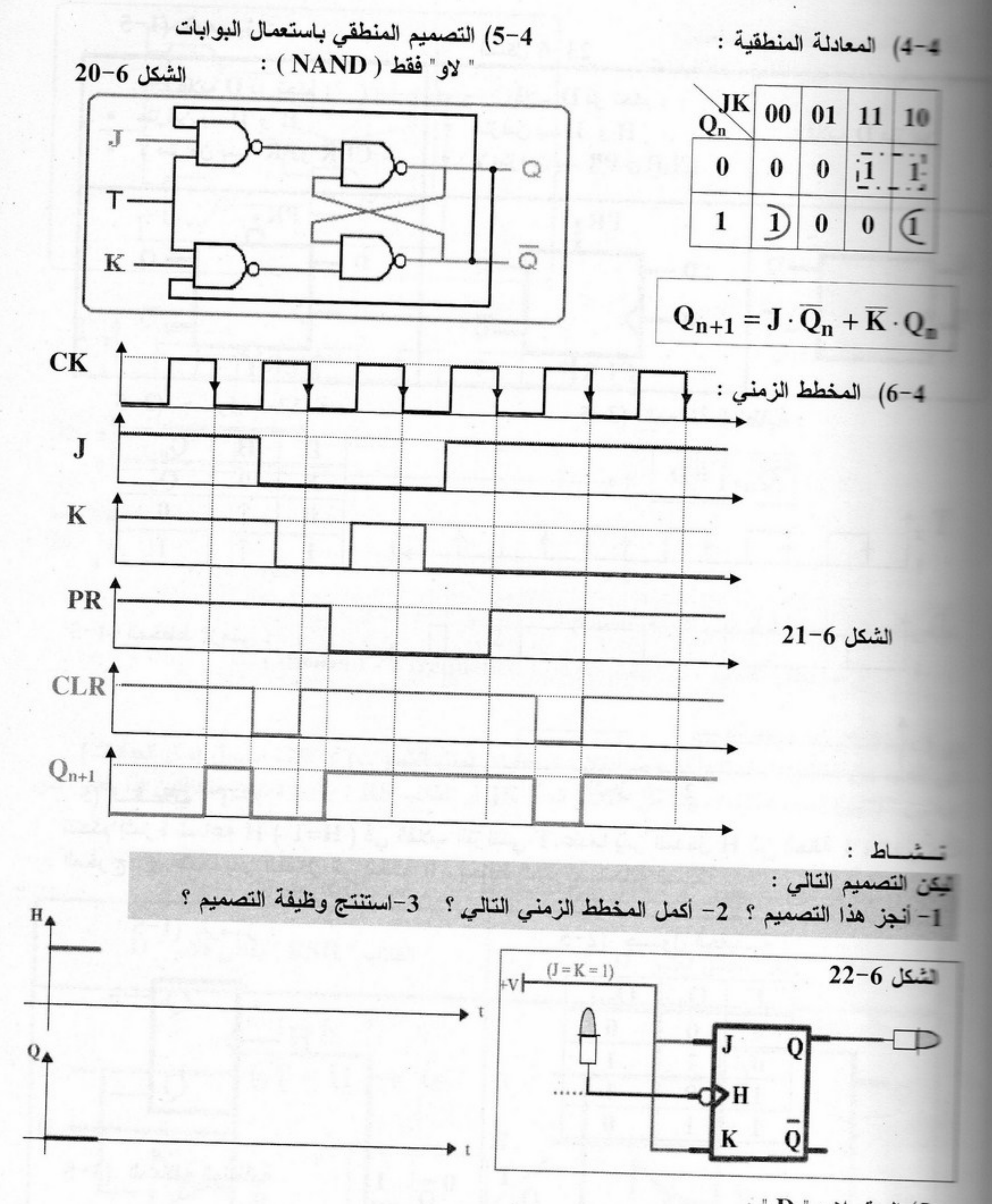
Q_n \ JK	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1

$$Q_{n+1} = J \cdot \overline{Q_n} + \overline{K} \cdot Q_n$$

5-4) التصميم المنطقي باستعمال البوابات " لاو" فقط (NAND) :

الشكل 6-20

6-4) المخطط الزمني :



الشكل 6-21

تــشــاط :

ليكن التصميم التالي :

1- أنجز هذا التصميم ؟ 2- أكمل المخطط الزمني التالي ؟ 3-استنتج وظيفة التصميم ؟

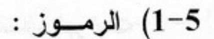
الشكل 6-22

5) الــقــلاب " D " :

يحتوي هذا القلاب على :

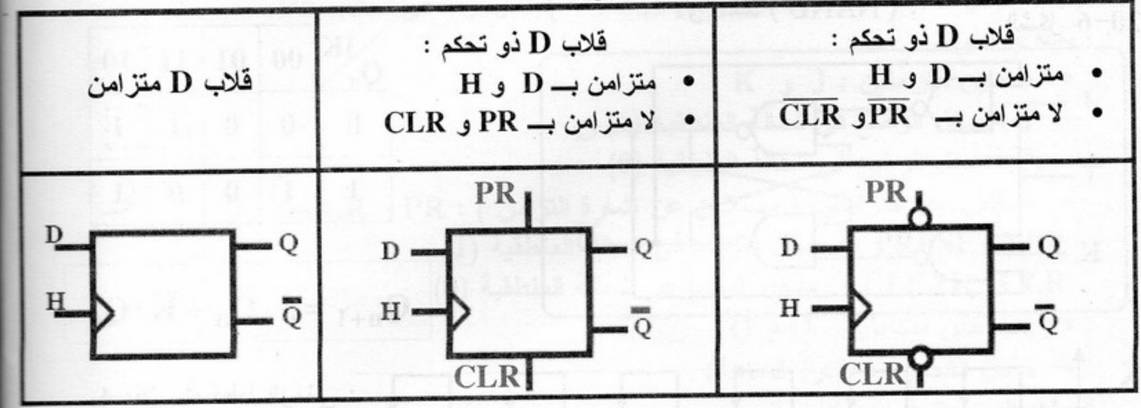
- مدخلين : مدخل D للمعلومات و مدخل لإشارة التزامن .
- مخرجين Q و $\overline{Q}$.

عند كل نبضة من نبضات إشارة الساعة ، ينقل محتوى المدخل D إلى المخرج Q .

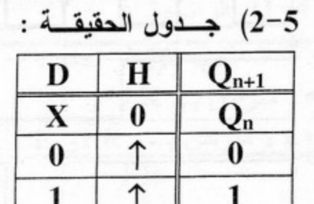


5-1) الرمــوز :

الشكل 6-23



5-2) جــدول الحقيقــة :

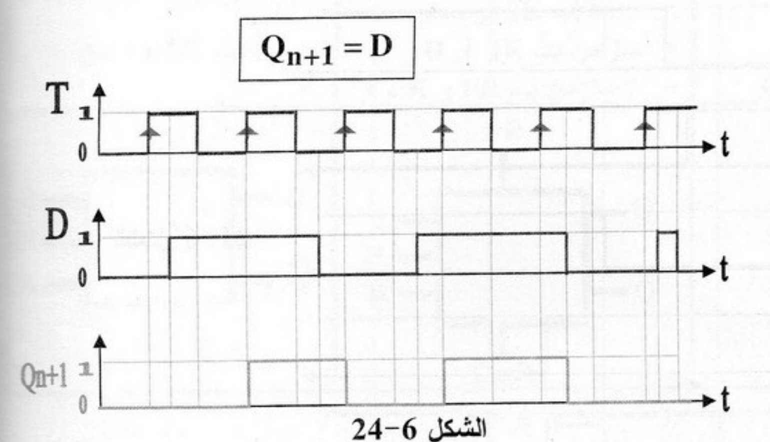


D	H	Q_{n+1}
X	0	Q_n
0	↑	0
1	↑	1

5-3) المعادلة المنطقية :

$$Q_{n+1} = D$$

5-4) المخطط الزمني :

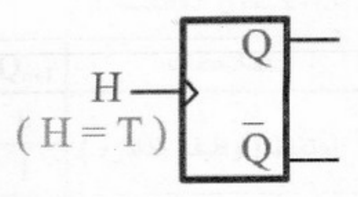


الشكل 6-24

5) الـقــلاب " T " :

تتحكم إشارة الساعة H (H=T) في القلاب التزامني T.عندما يمر المدخل H إلى الحالة 1 ، تتغير حالة المخرج . و عندما يمر المدخل إلى الحالة 0 ، يحتفظ المخرج بالحالة السابقة .

5-1) الرمــز :



5-2) جــدول الحقيقــة :

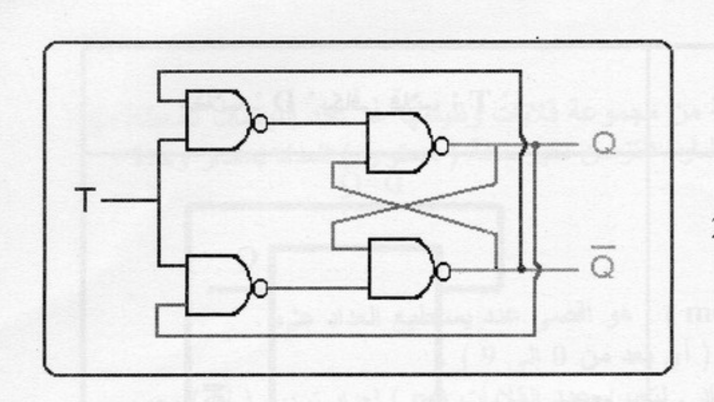
T	Q_n	Q_{n+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

5-3) المعادلة المنطقية :

Q_n \ T	0	1
0	0	1
1	1	0

$$Q_{n+1} = T \cdot \overline{Q_n} + \overline{T} \cdot Q_n$$

4-5) التصميم المنطقي باستعمال:
البوابات " لاو " فقط (NAND)



الشكل 6-25

5-5) المخطط الزمني :

الشكل 6-26

ملاحظة : من المخطط الزمني السابق نستنتج أن $T' = 2 \cdot T \Rightarrow f' = \frac{f}{2}$

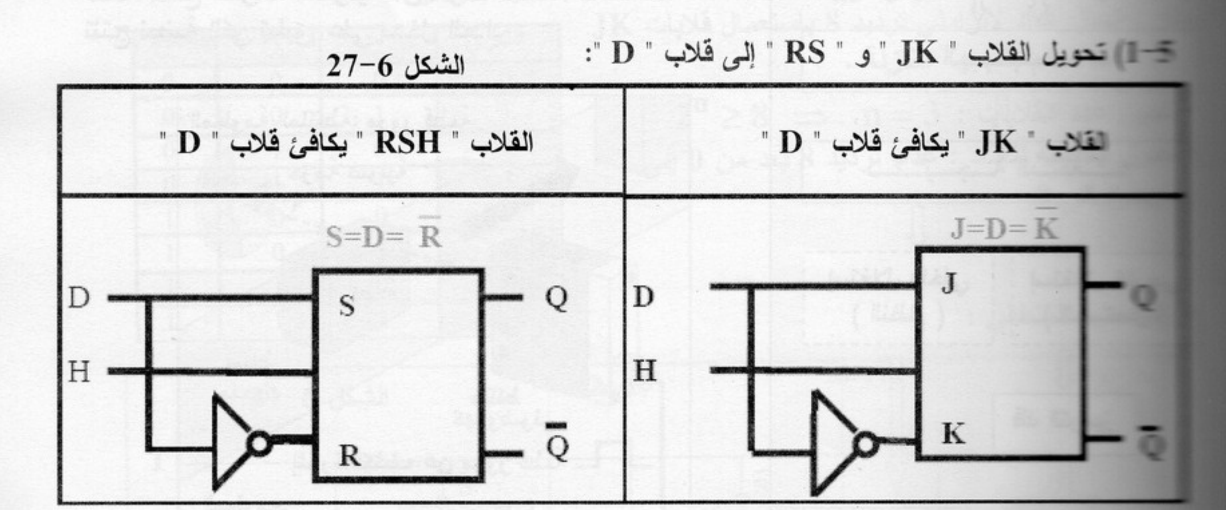
و لذا يعتبر القلاب " T " قاسم التواتر (diviseur de fréquence) .

5) القــلابــات المكــافــئة :

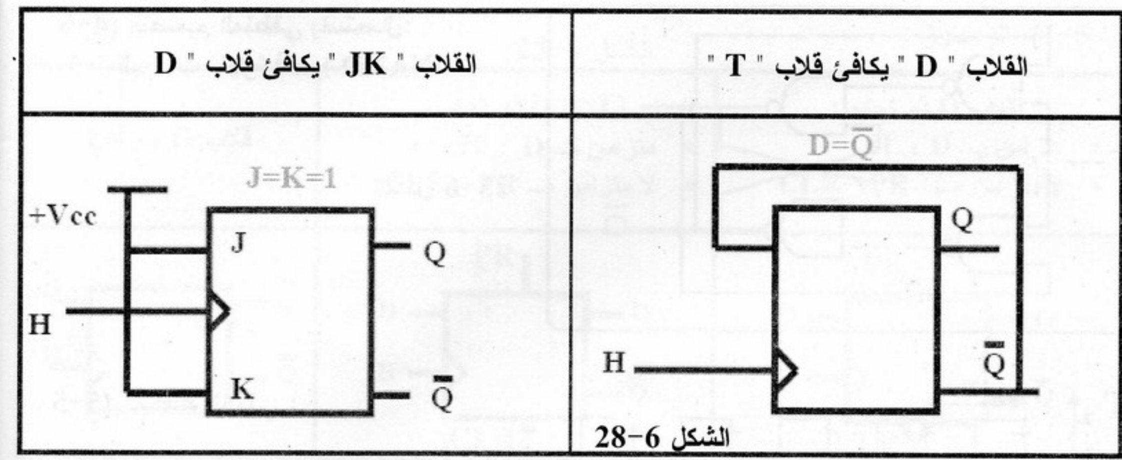
في العديد من التطبيقات نحتاج خصوصا لقلاب المعطيات (مثل السجلات) أو قلاب التبديل (مثل العدادات) وهذين القلابين يمكن استخلاصهما من القلاب العام JK أو القلاب RS : يكون قلابين متكافئين إذا حققا نفس الوظيفة .

1-5) تحويل القلاب " JK " و " RS " إلى قلاب " D " :

الشكل 6-27



2-5) تحويل القلاب " JK " و " RS " إلى قلاب " T " :



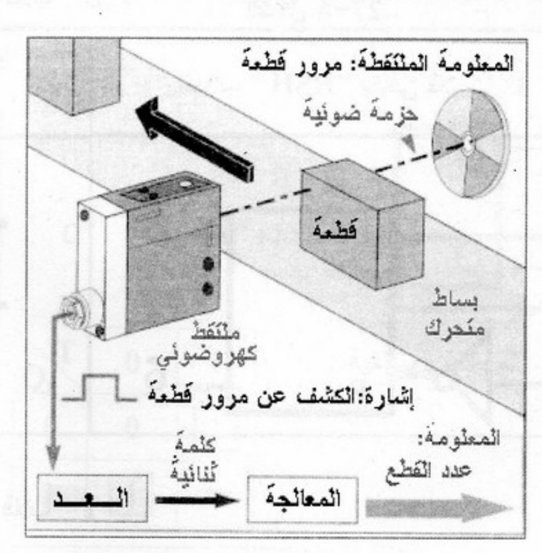
الشكل 6-28

6) المراجع التقنية للقلابات : يمثل الجدول التالي أمثلة عن القلابات المدروسة على شكل دارات مندمجة :

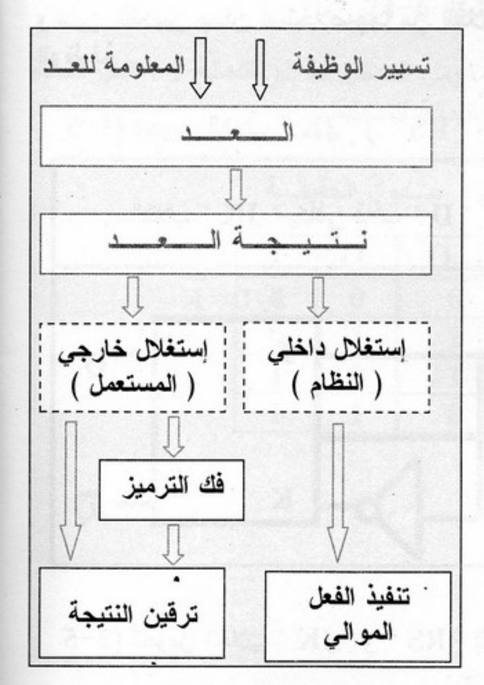
مرجع الدارة	نوع القلاب
74112	" قلابين JK مع تحكم بالجبهة النازلة " PRESET و CLEAR.
7474	" قلابين D مع تحكم بالجبهة الصاعدة "PRESET و CLEAR
74273	" قلابات 8 D مع تحكم بالجبهة الصاعدة "CLEAR. مشترك
74279	" $4\overline{RS}$ قلابات "1" مع قلابين بمدخل للإرجاع إلى "1" و قلابين بمدخلين للإرجاع إلى "
74118	" قلابات $6\overline{RS}$ مع "CLEAR. مشترك

II) العـــدادات :

توجد وظيفة العد في عدة أنظمة آلية أين النتيجة لحساب منجــز على سلسلة من الأجسام أو على تكرار لحدث معين يؤدي إلى اتخاذ قرار من طرف المستعمل أو تسيير فعل آليا من طرف النظام .
تحقق هذه الوظيفة بواسطة عدادات .
مثال : نظام لعد القطع (الشكل 6-29)
كلما تقطع الحزمة الضوئية من طرف القطعة الملتقطة تنتج نبضة التي تطبق على مدخل العداد .



الشكل 6-29



الشكل 6-30

1) تعريف :

العداد عبارة عن دارة منطقية تعاقبية متكونة من مجموعة قلابات وظيفتها عد عدد النبضات المعطاة من ساعة خارجية أو إشارة عد ما . كل نبضة لإشارة التزامن تغير حالة (محتوى) العداد بمقدار وحدة .

2) خصائص العدادات الثنائية :

تميز عداد عن آخر بالخصائص التالية:

- سعة (ترديد) العداد " N " (modulo) : هو أقصى عدد يستطيع العداد عده .

مثال: عداد ترديد 10 يمكنه عــد 10 نبضات (أي يعد من 0 إلى 9) .

سعة العداد مرتبطة بعدد القلابات المكونة للعداد . لتعيين عدد القلابات (n) لعداد ترديد (N) يجب تحقق العلاقة التالية: $2^n \geq N$

- طريقة العد: يمكن أن يكون العد تصاعديا أو تنازليا .
- طريقة التحكم: يمكن أن يكون العداد متزامنا أو غير متزامنا

– العداد المتزامن: هو عبارة عن مجموعة من قلابات مرتبطة مع بعضها و تتحكم فيها نفس نبضة التحكم و في نفس الوقت .

– العداد اللامتزامن : في هذه الحالة القلابات المشكلة للعداد لا تتحكم فيها نفس نبضة التحكم حيث أن كل قلاب يتحكم فيه مخرج القلاب السابق .

3) الـعــداد اللاتــزامنـــي :

يمكن للعداد اللامتزامن أن يكون تصاعدي أو تنازلي و يمكن أن تتحكم فيه إشارة الساعة بالجبهة الصاعدة و النازلة ، فنستنتج 4 أنواع كما يبينه الجدول المقابل :

الجبهة	طريقة العد	التحكم بالمخارج :
↓	تصاعدي	Q
↓	تنازلي	$\overline{Q}$
↑	تصاعدي	$\overline{Q}$
↑	تنازلي	Q

3-1) العداد اللاتزامني بدورة كاملة :

عداد لامتزامن ترديد N بدورة كاملة ، يعد من 0 إلى N-1 ثم يعود آليا إلى 0 .

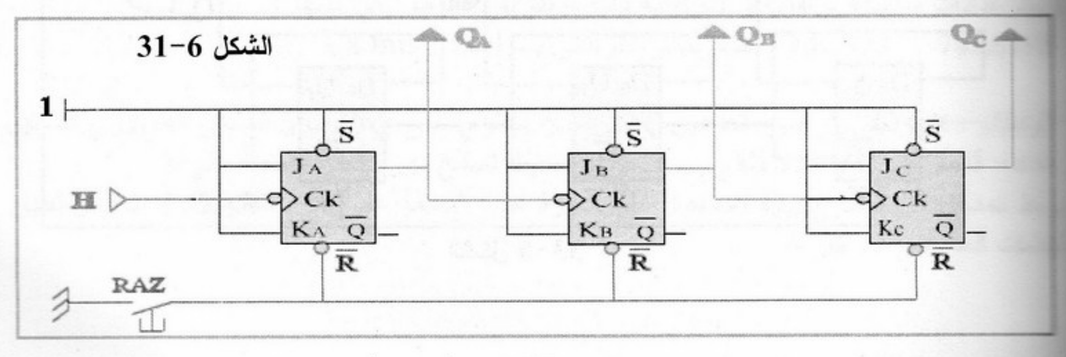
مثال : إنجاز عداد لاتزامني ترديد 8 باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة .

– تعيين عدد القلابات : $2^n \geq 8 \Rightarrow n = 3$

– جدول الحقيقة للعداد : عداد ترديد 8 يعد من 0 إلى 7 ثم يعود إلى 0 .

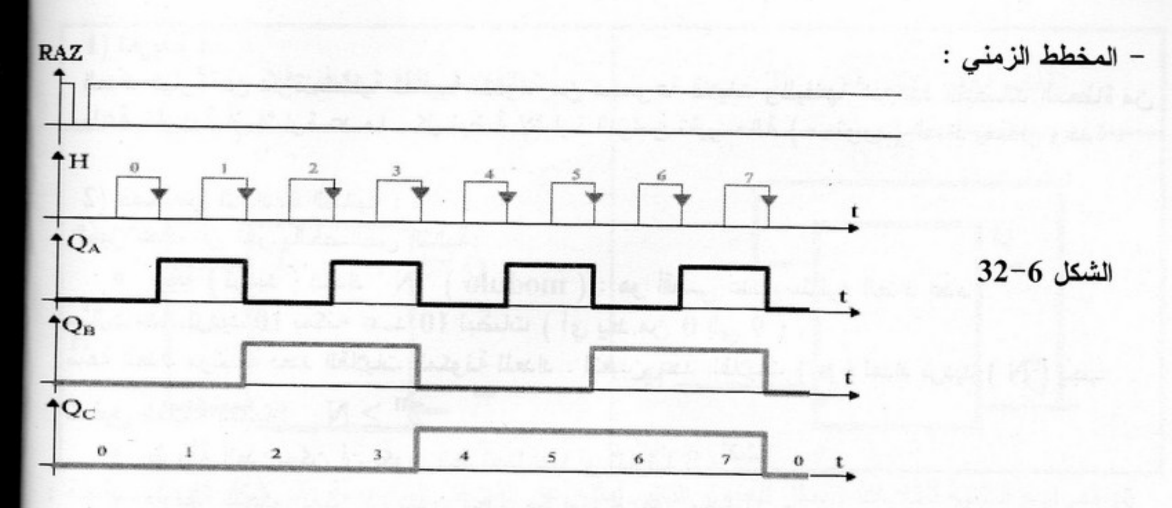
عشري	Q_A	Q_B	Q_C
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1

– التصميم المنطقي :



الشكل 6-31

- المخطط الزمني :



الشكل 6-32

نـــشـــاط :

أنجز نفس العداد السابق باستعمال قلابات D ذات تحكم بالجبهة الصاعدة ؟

3-2) العداد اللاتزامني بدورة غير كاملة :

عداد لاتزامن ترديد N بدورة غير كاملة ، يعد من 0 إلى N-1 و ترغيم الحالة N إلى 0 بالتأثير على مداخل الإرجاع للصفر (CLEAR) لكل القلابات .

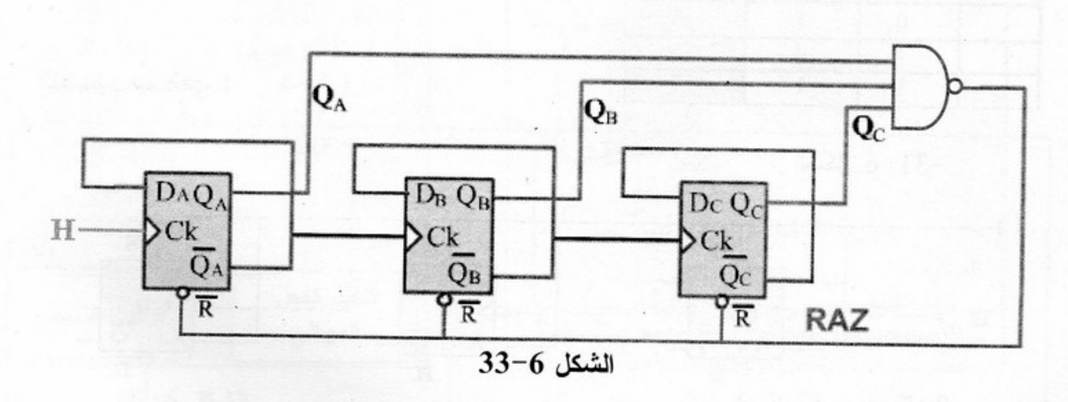
مثال : إنجاز عداد لاتزامني ترديد 7 باستعمال قلابات D ذات تحكم بالجبهة الصاعدة .

- تعيين عدد القلابات : $2^n \geq 7 \Rightarrow n = 3$

- جدول الحقيقة للعداد : عداد ترديد 7 يعد من 0 (000) إلى 6 (110) و ترغيم الحالة 7 (111) إلى 0 (000) بالتأثير على المداخل (CLR) .

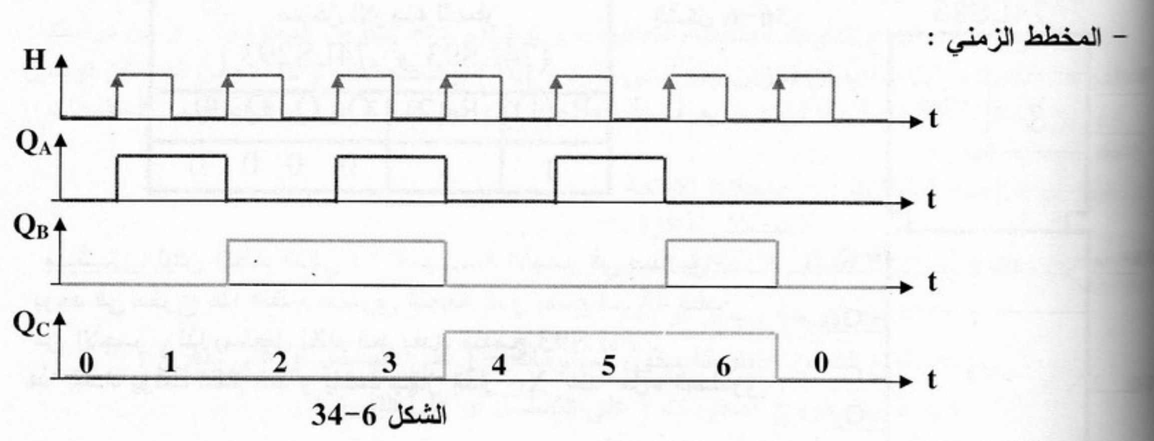
الثنائي الطبيعي			عشري
Q_C	Q_B	Q_A	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

- التصميم المنطقي :

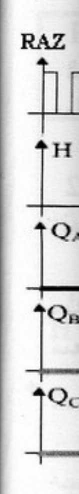


الشكل 6-33

- المخطط الزمني :



الشكل 6-34



نـشـاط :

أنجز نفس العداد السابق باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة ؟

نـشـاط :

ليكن التصميم التالي :

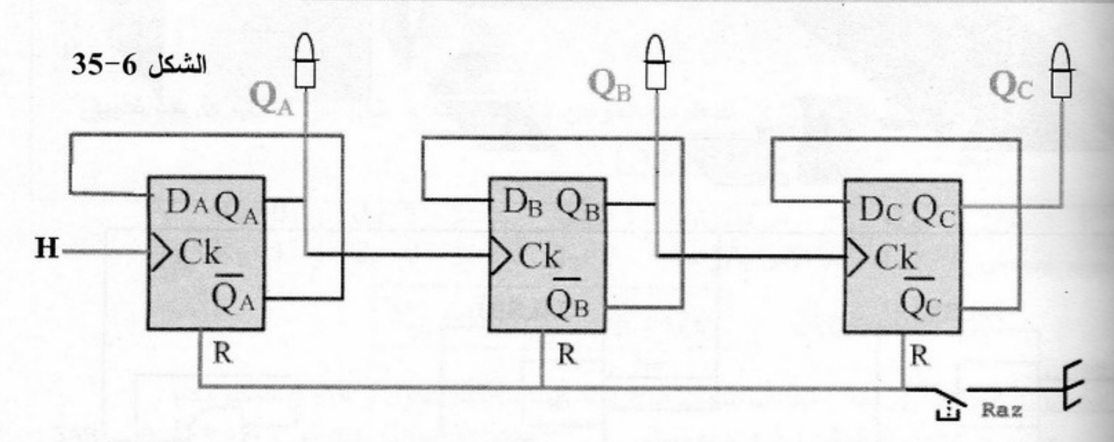
1- أنجز التصميم باستعمال الدارة 74LS74 ؟

2- إملأ جدول الحقيقة ؟

3- أرسم المخطط الزمني الموافق ؟

4- استنتج وظيفة التصميم ؟

الشكل 6-35



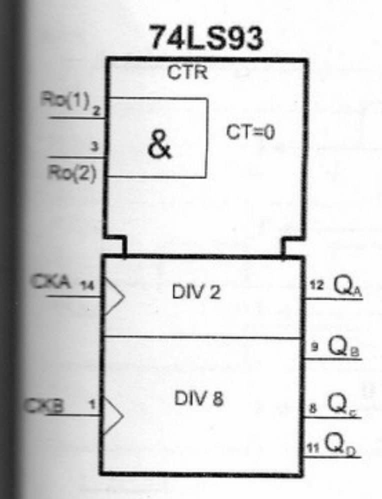
4) الـعـدادات على شكل دارات مندمجة :

توجد عدادات مندمجة تزامنية و لاتزامنية ذات 4 طوابق عموما ، من بينها :

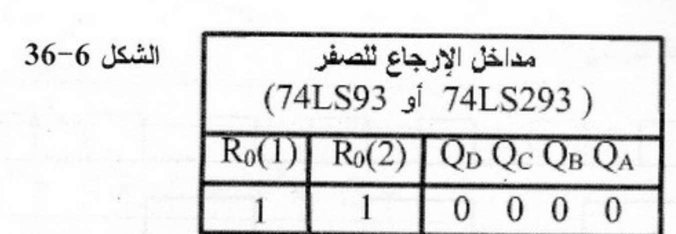
74LS293 , 74LS93 : عداد ثنائي لاتزامني بـ 4 بت (4 bits)

الوصف : كل واحد من هذين العدادين اللامتزامنين يحتوي على 4 قلابات و المنطق الضروري لتشغيل عداد- قاسم على 2 و عداد ثنائي بـ 3 طوابق بحيث تسمح دورة العد بالقسمة على 8 .

يربط المدخل B بالمخرج Q_A لاستعمال أطول دورة عد (القسمة على 16 ، ثنائي بـ 4 بت) و تطبق نبضات العد على المدخل A .



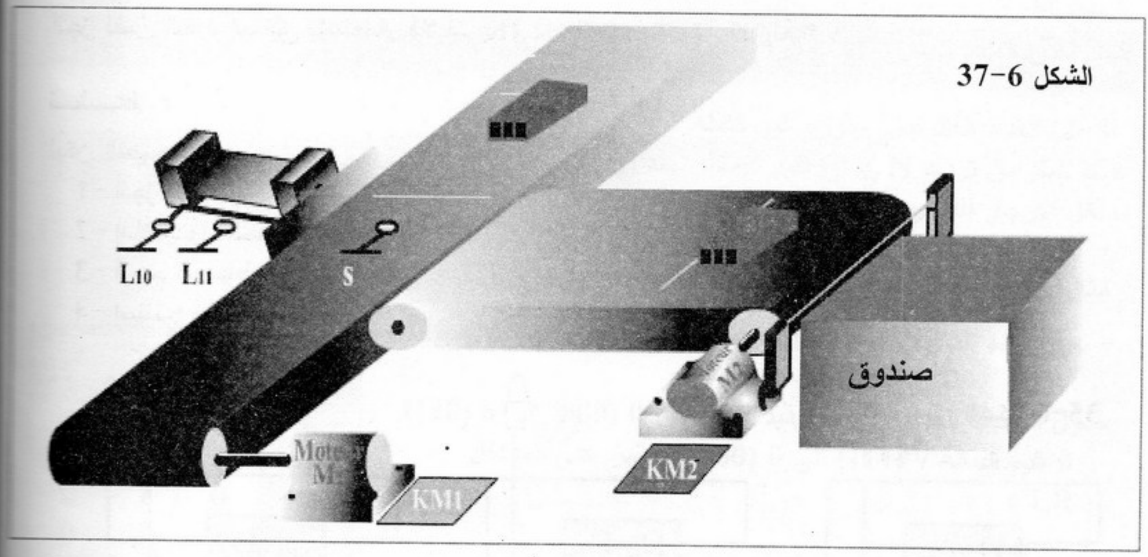
الشكل 6-36

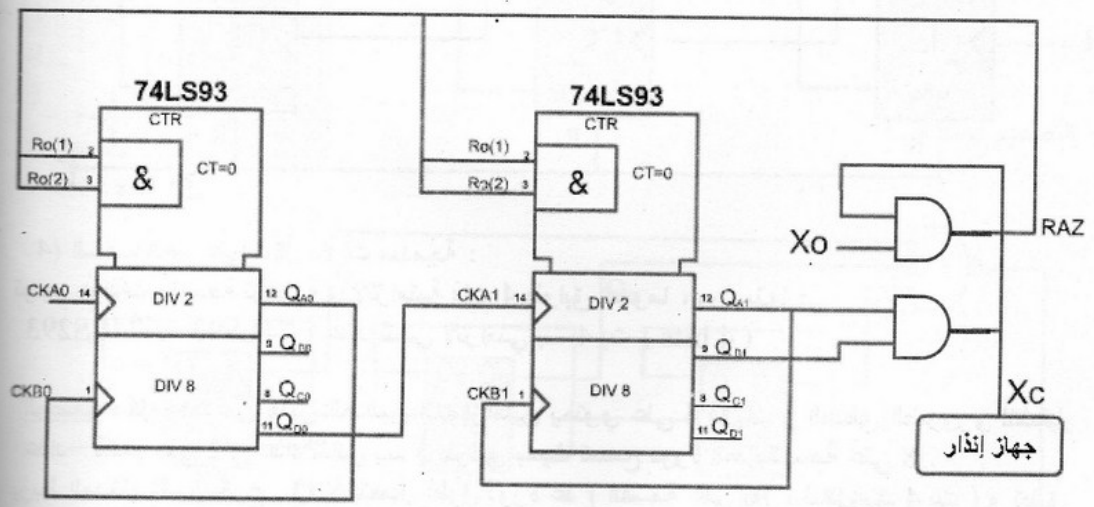


مداخل الإرجاع للصفر (74LS93 أو 74LS293)		
$R_0(1)$	$R_0(2)$	$Q_D\ Q_C\ Q_B\ Q_A$
1	1	0 0 0 0

مـــثـــال : ليكن النظام التالي : " تعـبـئــة الآجـر في صناديق "
يوجد في مخرج هذا النظام صندوق التعبئة الذي يتسع لـ 48 قطعة من الآجـر . لذا يستعمل نظام العد بعداد مندمج 74LS93 .
هذا العداد يوقف نظام العد و ينشط جهاز إنذار X_C عند ملء الصندوق .

الشكل 6-37





الشكل 6-38

CKA , CKB : مداخل إشارة التزامن
Q_A , Q_B , Q_C , Q_D : المخارج
$R_0(1)$, $R_0(2)$: مداخل الإرجاع للصفر

III) السـجلات :

تعتبر السجلات أحد أنواع الدارات المنطقية التعاقبية ، و تستخدم عادة لتخزين المعلومات . و من دراستنا السابقة للقلابات رأينا أنه يمكن تخزين رقم ثنائي مفرد (bit) بواسطة قلاب واحد ، ومن ثم يمكن توصيل عدد من القلابات التزامنية معا لبناء ما يعرف بالسجل ، و الذي يستخدم كذاكرة مؤقتة لتخزين المعلومات لفترة زمنية قصيرة .

نميز نوعان منة السجلات : - سجلات الإزاحة .
- سجلات الذاكرة .

1) تصنيف السجلات: تصنف السجلات حسب :

⇐ اتجاه الإزاحة (يمين أو يسار).

⇐ نوع الشحن – طريقة دخول المعلومات – (على التسلسل أو على التفرع)

⇐ طريقة خروج المعلومات (على التسلسل أو على التفرع) .

2) سجلات الإزاحة : (registre à décalage)

سجل الإزاحة هو سجل لتخزين المعلومات تمهيدا لتحريكها أو إزاحتها يمينا أو يسارا .

- سجل الإزاحة إلى اليمين : عند تطبيق النبضة تزاح المعلومة برتبة واحدة إلى اليمين .
- سجل الإزاحة إلى اليسار : عند تطبيق النبضة تزاح المعلومة برتبة واحدة إلى اليسار .
- سجل الإزاحة الدائرية (إلى اليمين أو إلى اليسار) : عند تطبيق النبضة تزاح المعلومة برتبة واحدة (إلى اليمين أو إلى اليسار) و المعلومة المخزنة في القلاب الأخير يعاد تطبيقها في مدخل القلاب الأول .

نـشـاط :

نريد إنجاز سجل إزاحة إلى اليمين باستعمال قلابين " JK " .
ماهو الربط الذي يجب تحقيقه بين القلابين للحصول على هذا النوع من السجل ؟

الحـل : إزاحة إلى اليمين يعني أن المعلومة الموجودة في القلاب A تنقل إلى القلاب B عند تطبيق النبضة . $Q_A=Q_B$

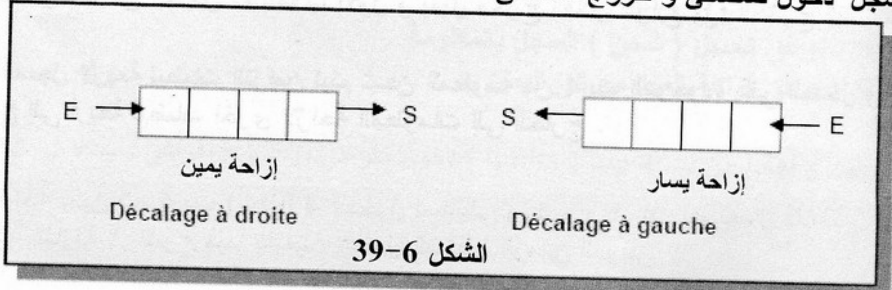
- إذا كـان $Q_A=1$ بعد الأمر بالإزاحة : $Q_B=1$ ⟸ $J_B=1$ و $K_B=0$
- إذا كـان $Q_A=0$ بعد الأمر بالإزاحة : $Q_B=0$ ⟸ $J_B=0$ و $K_B=1$

نستنـتج أن : $K_B=\overline{Q_A}$, $J_B=Q_A$

3) أنواع سجلات الإزاحة : تختلف سجلات الإزاحة حسب كيفية دخول و خروج المعلومات :

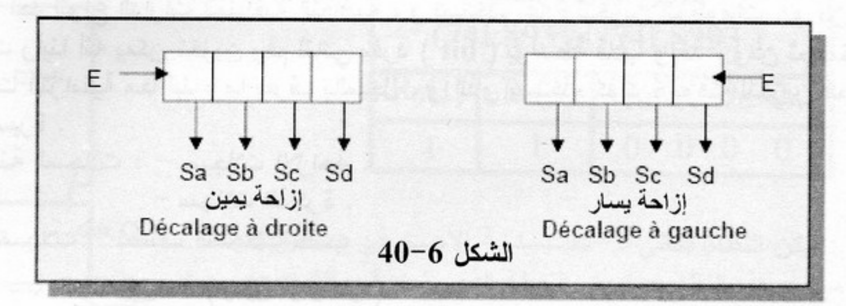
- سجل ذو دخول تسلسلي وخروج تسلسلي
- سجل ذو دخول تسلسلي وخروج تفرعي
- سجل ذو دخول تفرعي وخروج تسلسلي
- سجل ذو دخول تفرعي وخروج تفرعي

- سجل "دخول تسلسلي و خروج تسلسلي "



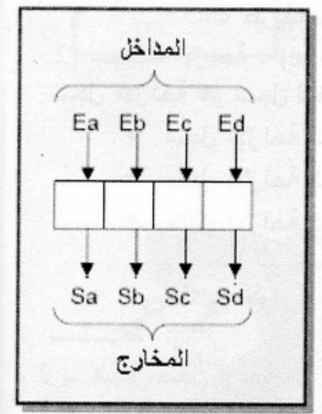
الشكل 6-39

• سجل "دخول تسلسلي و خروج تفرعي "



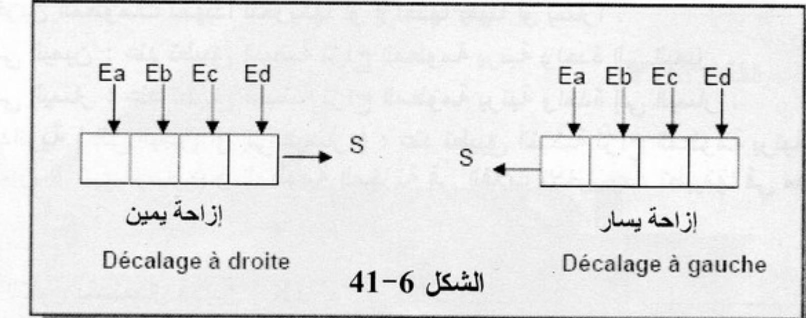
الشكل 6-40

• سجل "دخول تفرعي و خروج تفرعي "



الشكل 6-42

• سجل "دخول تفرعي و خروج تسلسلي



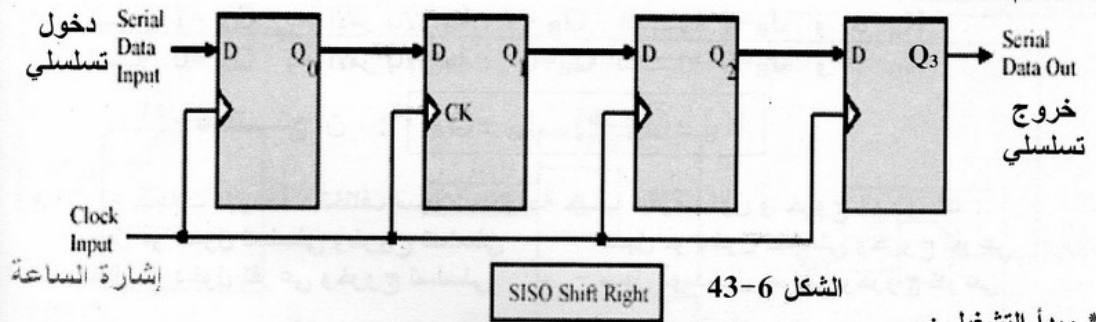
الشكل 6-41

نـــشـــاط :

أنجز سجل إزاحة يمين بـــ 4 بت (4 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي باستعمال قلابات D تحكم بالجبهة الصاعدة ؟ إشرح مبدأ تشغيله ؟

الحـــل :

*** تصميم السجل :**



الشكل 6-43

*** مبدأ التشغيل :**

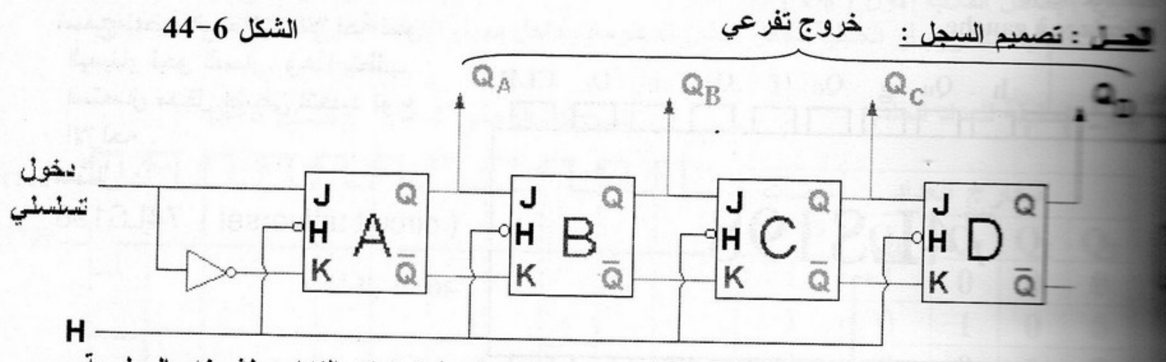
يتم إدخال المعلومات من المدخل D للقلاب الأول و يمثل مخرج القلاب الرابع Q_3 المخرج التسلسلي للسجل

يحتاج هذا السجل لأربعة نبضات التزامن ليتم شحن المعلومة من 4 بت الموجودة على المدخل و من ناحية أخرى يحتاج إلى أربعة نبضات أخرى لإزاحة المعلومات إلى الخارج .

نـــشـــاط :

أنجز سجل إزاحة يمين بـــ 4 بت (4 bits) دخول تسلسلي و خروج تفرعي باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ؟ إشرح مبدأ تشغيله ؟ أكمل المخطط الزمني الموافق ؟

الحل : تصميم السجل :



يتم إدخال المعلومات من المدخل التسلسلي للمعلومات و يحتاج إلى 4 نبضات التزامن لشحنه بالمعلومة ، المعلومة المخزنة داخل هذا السجل تكون موجودة على المخارج الأربعة و يحتاج إلى نبضة واحدة لإخراجها على التفرع من السجل .

مدخل المسح (CLEAR)

نبضات التزامن

مدخل المعلومات

نشـــاط :

أنجز المخطط الزمني التالي الموافق لهذا السجل ؟

نشـــاط :

أنجز سجل إزاحة يمين بـــ 4 بت (4 bits) دخول تفرعي و خروج تسلسلي باستعمال قلابات D تحكم بالجبهة الصاعدة ؟ إشرح مبدأ تشغيله ؟

* **تصميم السجل :**

X

دخول تفرعي

D_0 D_1 D_2 D_3

الشكل 6-45

خروج تسلسلي

نبضات التزامن

* **مبدأ التشغيل :**

يحتاج هذا السجل إلى نبضة واحدة لشحنه بالمعلومة ،و يحتاج إلى 4 نبضات لإخراجها على التسلسل .

لهذا السجل مدخل إضافي X بحيث :

X=0 : يوافق تحميل (شحن) السجل بالمعلومة .

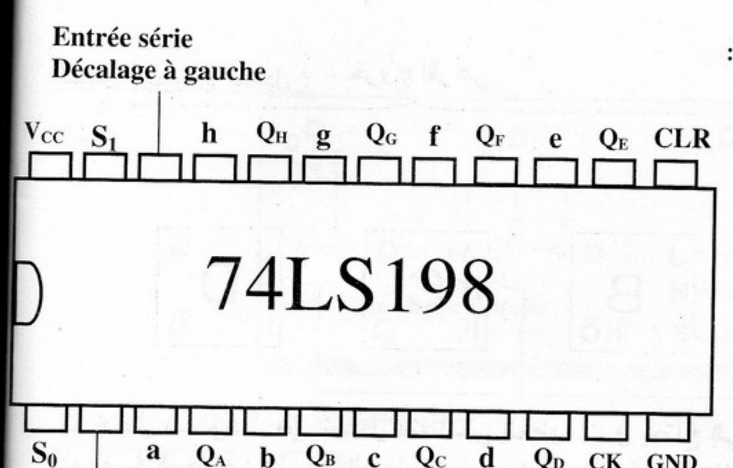
X=1 : يوافق إزاحة المعلومة إلى اليمين .

نشـــاط :

- أنجز سجل إزاحة يمين بـــ 4 بيت (4 bits) دخول تفرعي و خروج تفرعي باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ؟
- إشرح مبدأ تشغيله ؟

4) السجلات على شكل دارات مندمجة :
تسمح بعض السجلات بالإزاحة نحو اليمينأو نحو اليسار, وهذا يتطلب استعمال مدخل إضافي لتحديد نوع الإزاحة .

مثـــال :
(circuit universel) 74LS198



الشكل 6-46

لهذه الدارة الخصائص التالية :
- شحن المعلومات على التفرع أو على التسلسل .
- إخراج المعلومات على التفرع أو على التسلسل .
- إزاحة المعلومات يمين أو يسار .

جدول وظائف الدارة 74198 :

Entrées							Sorties
Clear	S_1	S_0	CK	Entrée série		Entrée parallèle	Q_A Q_B … Q_G Q_H
				Gauche	Droite	a à h	
L	X	X	X	X	X	X	L L … L L
H	X	X	L	X	X	X	Q_{A0} Q_{B0} … Q_{G0} Q_{H0}
H	H	H	↑	X	X	a … h	a b … g h
H	L	H	↑	X	H	X	H Q_{AN} … Q_{FN} Q_{GN}
H	L	H	↑	X	L	X	L Q_{AN} … Q_{FN} Q_{GN}
H	H	L	↑	H	X	X	Q_{BN} Q_{CN} … Q_{HN} H
H	H	L	↑	L	X	X	Q_{BN} Q_{CN} … Q_{HN} L
H	L	L	X	X	X	X	Q_{A0} Q_{B0} … Q_{G0} Q_{H0}

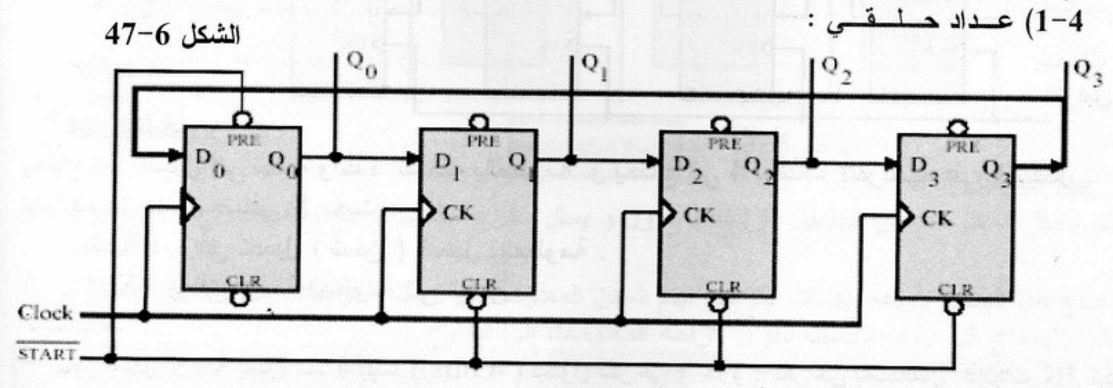
نـــشـــاط :

أنجز سجل إزاحة يسار دخول تفرعي و خروج تسلسلي باستعمال الدارة 74198 ؟

4) استعمال سجلات الإزاحة :

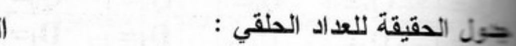
4-1) عـــداد حـــلـــقـــي :

الشكل 6-47



يمثل الشكل كيفية توصيل سجل الإزاحة على شكل عداد حلقي (دائري) و ذلك بتوصيل مخرج القلاب الرابع

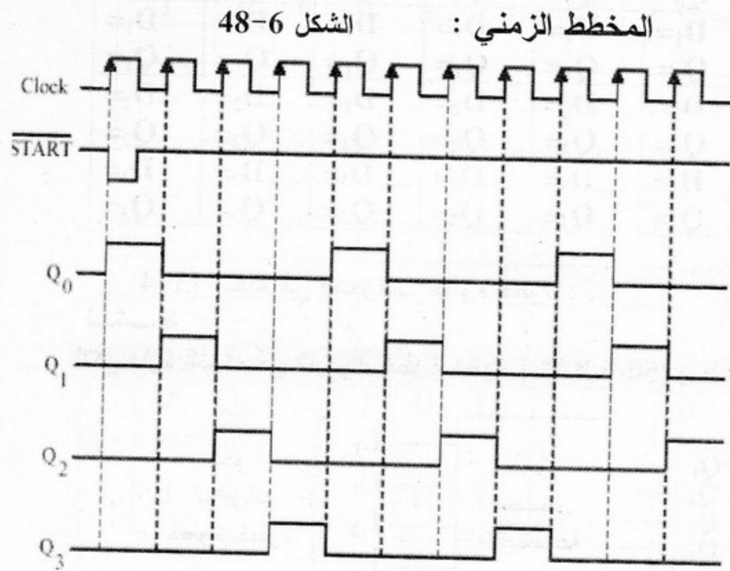
(Q_3) بمدخل القلاب الأول (D_0) .
هذه الخاصية الدائرية أو الحلقية تجعل إنتقال المعلومات داخل سجل الإزاحة على شكل دائري أو حلقي .



جدول الحقيقة للعداد الحلقي :　　　المخطط الزمني :　　　الشكل 6-48

نبضات التزامن	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

(مخارج العداد) — إعادة التعاقب



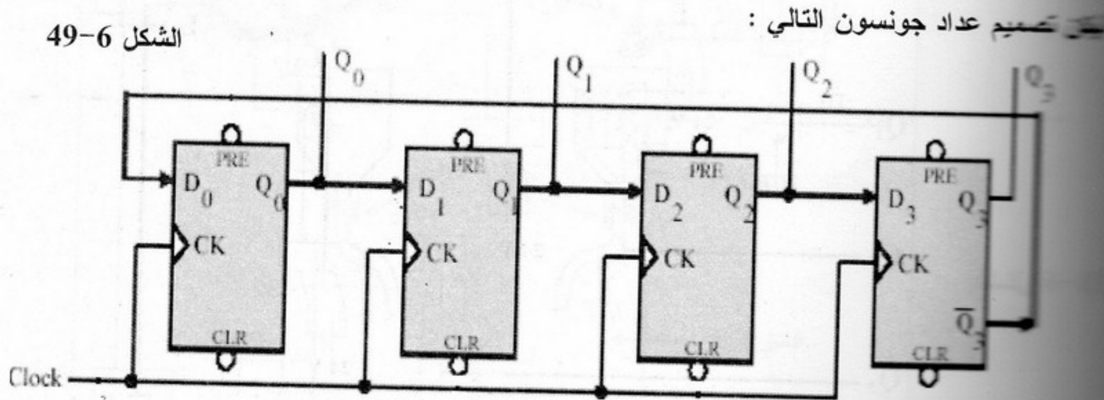
4-2) عـداد جـونـسـون :

يتم بناء عداد جونسون بنفس طريقة العداد الحلقي ما عدا أن المخرج المعكوس للقلاب الأخير $\overline{Q_3}$ هو الذي يوصل بمدخل القلاب الأول D_0 .

نشـاط :

حلل تصميم عداد جونسون التالي :

الشكل 6-49



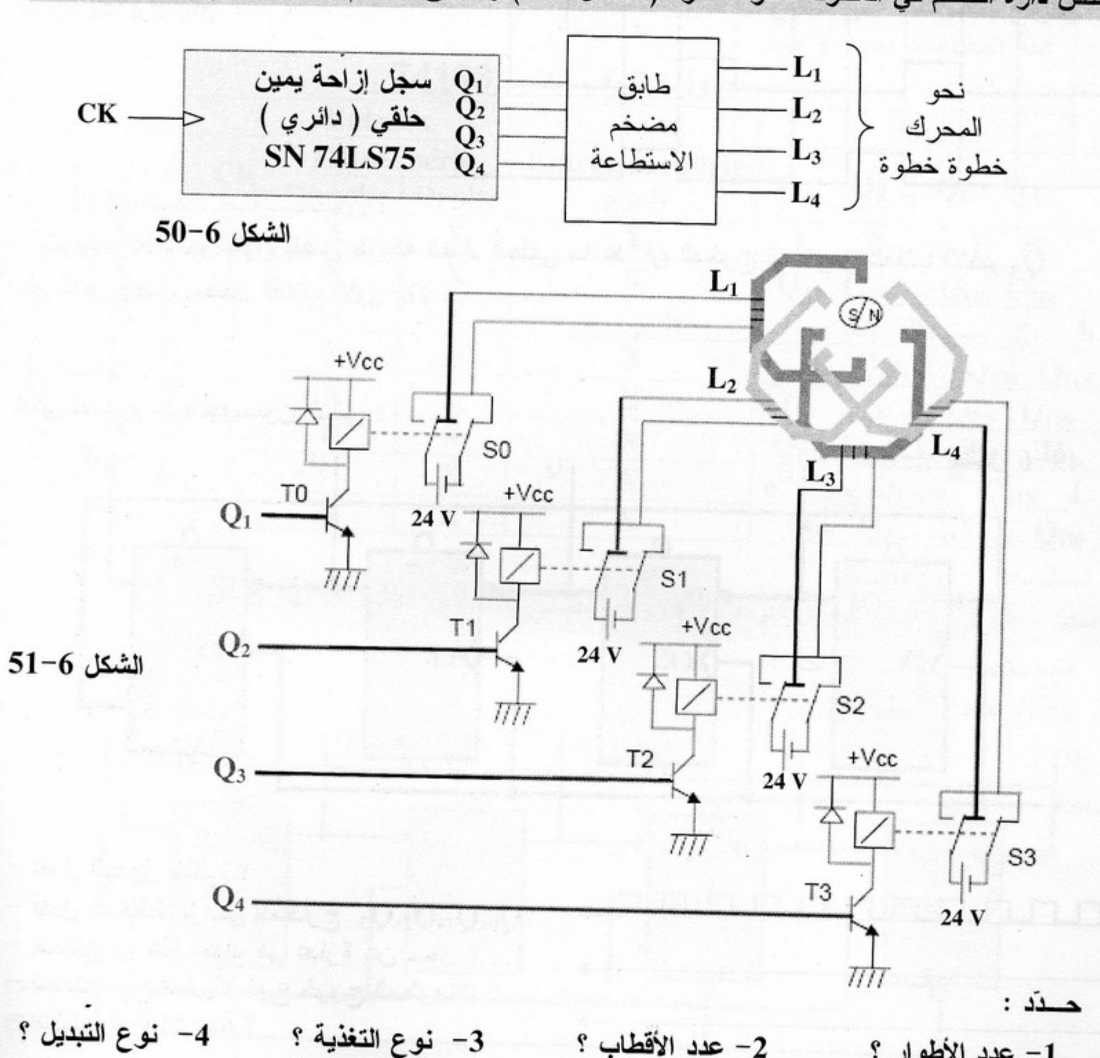
- أكمل الجدول التالي ؟
- أكمل المخطط الزمني للمخارج Q_0,Q_1,Q_2,Q_3 ؟
- استنتج أن هذا العداد هو عبارة عن سجل ؟
- استنتج نوع شحن و نوع خروج المعلومات ؟
- استنتج نوع الإزاحة ؟

	الجبهة1	الجبهة2	الجبهة3	الجبهة4	الجبهة5	الجبهة6	الجبهة7	الجبهة8	الجبهة9
$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$	$D_0=$ $Q_0=$
$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$	$D_1=$ $Q_1=$
$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$	$D_2=$ $Q_2=$
$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$	$D_3=$ $Q_3=$

4-3) التحكم في المحركات خطوة خطوة :

نـشـاط :

لتكن دارة التحكم في المحرك خطوة خطوة (الشكل6-50) و طابق مضخم الاستطاعة (الشكل6-51) :



الشكل 6-50

الشكل 6-51

حــدّد :

1- عدد الأطوار ؟ 2- عدد الأقطاب ؟ 3- نوع التغذية ؟ 4- نوع التبديل ؟

5- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟ 6- الخطوة الزاوية α ؟

7- أكمل جدول تحريض الأطوار ؟ 8- أكمل ربط السجل ؟

جدول تحريض الأطوار

الخطوة	مخارج السجل				الأطوار المحرضة				حالات المقاحل			
	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	L_1	L_2	L_3	L_4	T_0	T_1	T_2	T_3
1	0	0	0	0	1	1	1	1	محصور	محصور	محصور	محصور

ربط السجل :

المؤجلات :

الشكل 6-52

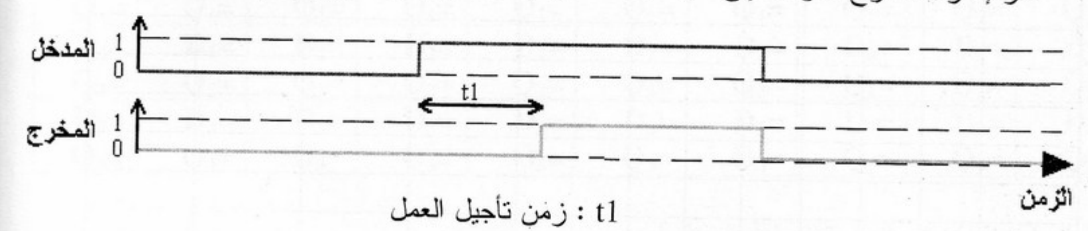
كيفيا نظام آلي لتصنيع خليط يتكون من مادة " a " على شكل حبيبات و مادة " b " على شكل سائل .تنزل المادتان " a " و " b " في نفس الوقت و بكميات مدروسة داخل وعائي الكيل " p_1 " و " p_2 " على الترتيب مع تشغيل نظام التسخين .في الواقع ،عملية التسخين للسائل " b " تنطلق بعد 25 s من بداية ملء الوعاء " p_2 " . نحتاج في هذا النظام لتأجيل محسوب في تنفيذ عملية التسخين و تحقق هذه الوظيفة بواسطة المؤجلات

1) تعريف : التأجيل هو إجراء تأخر محـــسوب لتنفيذ عملية ما .

2) أنواع المؤجلات :

- مؤجل العمل :

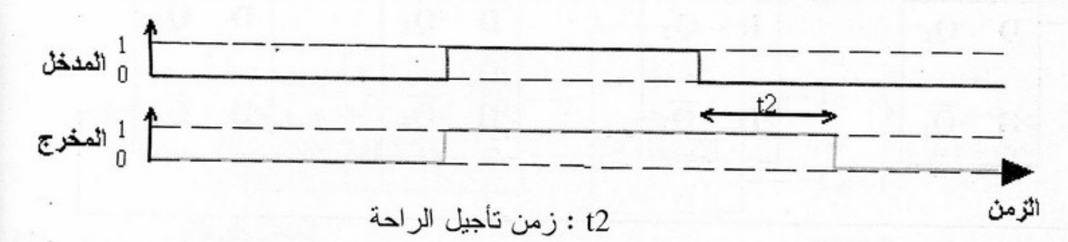
تمر إشارة المخرج للمؤجلة إلى " 1 " بعد مدة زمنية t1 من بداية تطبيق إشارة المدخل .



t1 : زمن تأجيل العمل

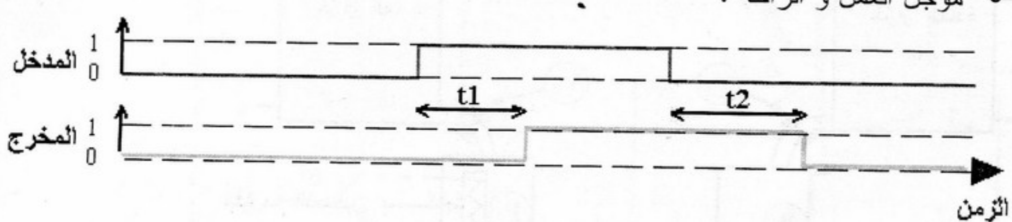
- مؤجل الراحة :

تمر إشارة المخرج للمؤجلة إلى " 0 " بعد مدة زمنية t2 من نهاية تطبيق إشارة المدخل .



t2 : زمن تأجيل الراحة

- مؤجل العمل و الراحة :



3) تجسيد المؤجلات :

3-1) المؤجلة باستعمال خلية RC :

يعتمد هذا النوع من المؤجلات على شحن و تفريغ مكثفة ، حيث لا تبلغ المكثفة شحنتها الكلية إلاّ بعد فترة زمنية معينة و لا تفقدها عند التفريغ إلاّ بعد فترة زمنية معينة .

<u>التذكير بمعادلتي شحـــن و تفريغ مكثفة :</u>

- **معادلة شحن المكثفة :** $V_C = Vcc \cdot \left(1 - e^{-t/RC}\right)$ **مع** $\tau = R \cdot C$ **(الثابت الزمني)**
- **معادلة تفريغ المكثفة :** $V_C = Vcc \cdot e^{-t/RC}$

تمرين تطبيقي :

شغولة " الثقب " الممثلة في الشكل 6-53 : عند الضغط على زر نهاية الشوط " d " يحدث تأجيل لمدة" t_0 "الموافقة لزمن الثقب . لتحقيق وظيفة التأجيل نستعمل دارة المؤجلة بمضخم عملي التالية الشكل 6-54 :

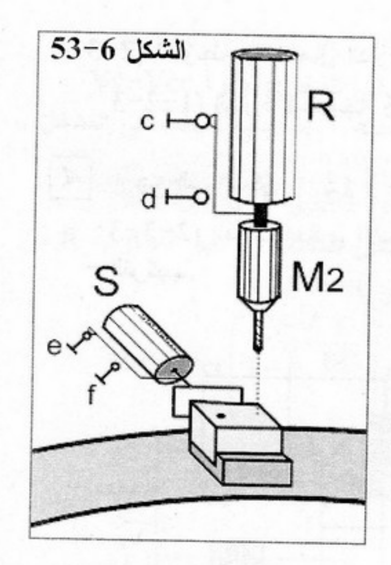
1- ماذا يمثل توتر زينر V_Z ؟

2- ما هو دور المضخم العملي ؟

3- إستخرج عبارة زمن التأجيل t_0 ؟

4- عيّن قيمة المقاومة " P " للحصول على زمن التأجيل $t_0=3s$ ؟

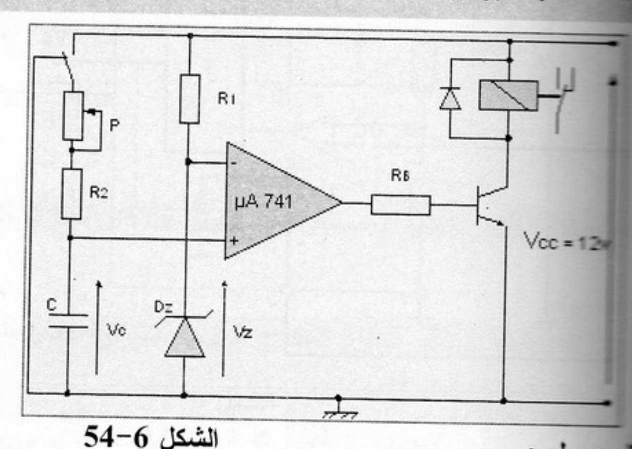
5- أحسب أكبر قيمة ممكنة للتأجيل " t_{max} " ؟



الشكل 6-53

المضخم: **μA 741c**

$V_z = 8,1v$ Dz : BZX83C8V1
$C = 100\ \mu F$
$R_1 = 0,68k$
$R_2 = 10k$
$P = 47k$
$R_B = 120k$
$Vcc = 12v$



الشكل 6-54

الحـــل :

1- يمثل توتر زينر V_Z : التوتر المرجعي

2- دور المضخم العملي : مقارنة التوتر V_C مع التوتر المرجعي V_Z

3- عبارة زمن التأجيل t :

$$V_C = V_{CC}\left(1-e^{\frac{-t}{(P+R_2)\cdot C}}\right) \Rightarrow \frac{-t}{(P+R_2)\cdot C} = \mathrm{Log}\left(1-\frac{V_C}{V_{CC}}\right) \Rightarrow \boxed{t = -(P+R_2)\cdot C\cdot \mathrm{Log}\left(1-\frac{V_Z}{V_{CC}}\right)}$$

4- قيمة المقاومة " P " للحصول على زمن التأجيل $t_0=3s$:

$$P+R_2 = -\frac{t_0}{C\cdot \mathrm{Log}\left(1-\frac{Vz}{Vcc}\right)} \Rightarrow P = -\frac{t_0}{C\cdot \mathrm{Log}\left(1-\frac{Vz}{Vcc}\right)} - R_2$$

$$P = -\frac{3}{100\cdot 10^{-6}\cdot \mathrm{Log}\left(1-\frac{8,1}{12}\right)} - 10\cdot 10^{3} \Rightarrow \boxed{P = 16700\Omega = 16,7K\Omega}$$

5- حساب أكبر قيمة ممكنة للتأجيل " t_{max} " :

$P=47K\Omega$ عندما $t_0 = t_{max}$

$$t_{max} = -(P+R_2)\cdot C\cdot \mathrm{Log}\left(1-\frac{Vz}{Vcc}\right) \Rightarrow t_{max} = -(47+10)\cdot 10^{3}\cdot 100\cdot 10^{-6}\cdot \mathrm{Log}\left(1-\frac{8,1}{12}\right)$$

$$\boxed{t_{max} = 6,4\ s}$$

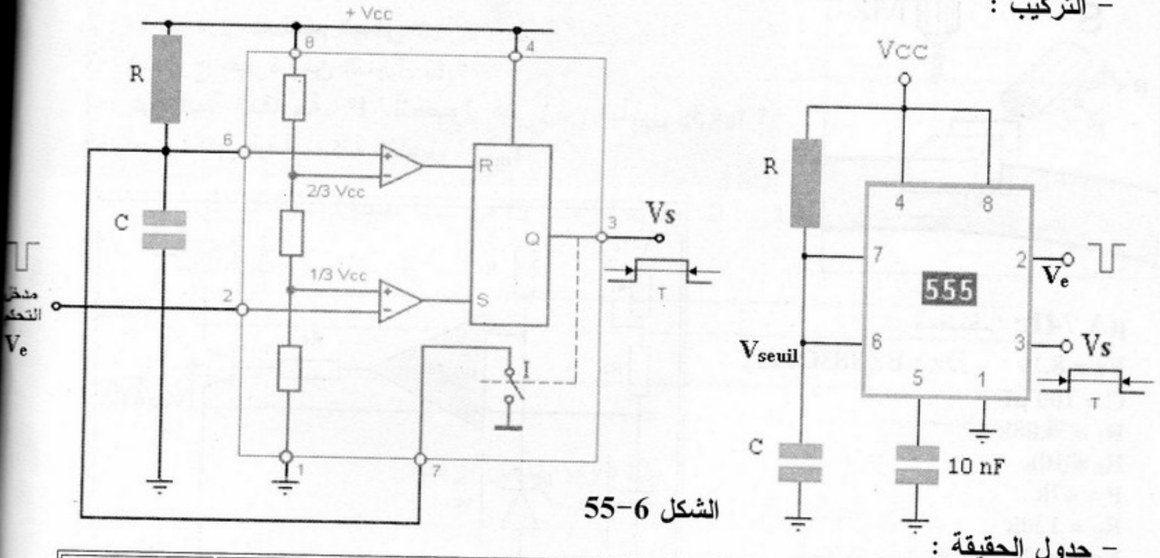
3-2) المؤجلة باستعمال الدارة المندمجة NE555 :

3-2-1) الدارة المندمجة NE555 :

➤ إرجع إلى الشكل 6-12 و 6-13 " إشارة الساعة باستعمال الدارة المندمجة NE555 "

3-2-2) القلاب أحادي الإستقرار باستعمال الدارة المندمجة NE555 :

- التركيب :



الشكل 6-55

- جدول الحقيقة :

حالة المخرج	حالة المقحل	$\overline{Q}$ (مخرج القلاب)	Q	S	R	V_{decl}	V_{seuil}
1	محصور	0	1	1	1	< 1/3 VCC	> 2/3 V_{CC}
1	محصور	0	1	1	0	< 1/3 VCC	< 2/3 V_{CC}
0	مـــار	1	0	0	1	> 1/3 VCC	> 2/3 V_{CC}
الحالة السابقة	الحالة السابقة	الحالة السابقة	الحالة السابقة	0	0	> 1/3 VCC	< 2/3 V_{CC}

- مبدأ التشغيل :

نلاحظ : $V_c = V_{seuil}$

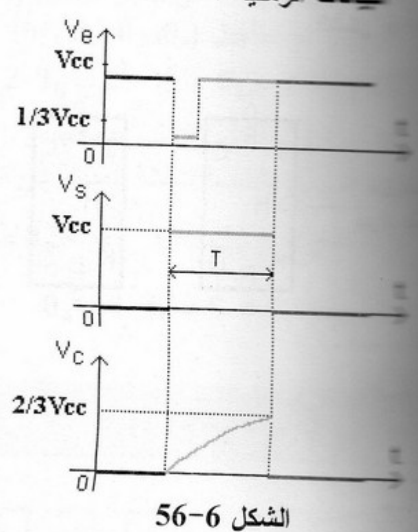
- <u>حالة الراحة للتركيب</u> : توتر الدخول Ve > 1/3Vcc ، توتر الخروج Vs=0 و المقحل مـــار . لا يمكن للمكثفة C أن تشحـــن ، $V_c = V_{seuil} = 0V$ و يبقى التركيب على هذه الحالة المستقرة .

- <u>عند تطبيق نبضة</u> (Ve < 1/3 Vcc) : يمر المخرج إلى الأعلى و يصبح المقحل محصورا. تبدأ المكثفة C في التشحين عبر المقاومة R تحت توتر Vcc حسب العلاقة :

$$V_C = V_{CC}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$$

عندما يمرV_e إلى الأعلى ($V_e > 1/3$ Vcc) تستمر المكثفة في التشحين مادام $V_{seuil} < 2/3$ Vcc . لما يصل Vseuil إلى 2/3 Vcc ، يمر المخرج إلى الأسفل و يصبح المقحل مارا ، تبدأ المكثفة في التفريغ عبر المقحل و يمر Vseuil إلى 0V . يمر التركيب إلى الحالة الابتدائية و تتكرر الدورة عند تطبيق نبضة موالية.

- البيانات الزمنية :



الشكل 6-56

- الحصيلة :

يوفر التركيب في المخرج توترا Vs=Vcc خلال مدة زمنية T إستجابة لنبضة في المدخل .

- حساب زمن التأجيل T :

T : زمن شحن المكثفة C عبر المقاومة R من 0V إلى 2/3 Vcc .

$$Vc = Vcc\left(1 - e^{-\frac{T}{RC}}\right) = \frac{2}{3}Vcc \Rightarrow$$

$$Vcc - (Vcc - 0)\cdot e^{-\frac{T}{RC}} = \frac{2}{3}Vcc$$

نجد : $\boxed{T = RC \,.\, Log\, 3}$

ملاحظة : زمن التأجيل T مستقل عن التوتر Vcc و مدة النبضة .

نشاط :

S1 يقوم بإعتاق إشارة المخرج فيتوهج الثنائي الضوئي D1 مدة زمنية محددة θ .

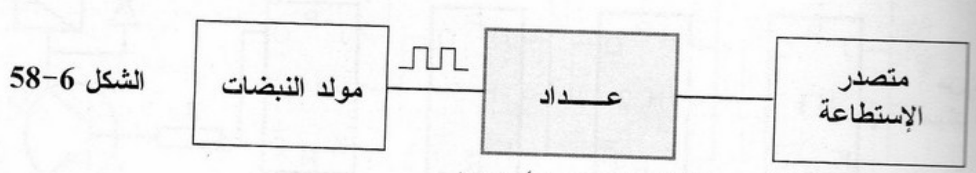
1- ما هي العناصر التي تحدد الزمن θ ؟

2- أحسب هذا الزمن ؟

الشكل 6-57

3-3) المؤجلة بعداد :

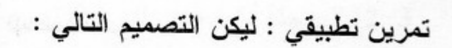
يمكن للعداد أن ينجز وظيفة التأجيل وفق المخطط التالي :



الشكل 6-58

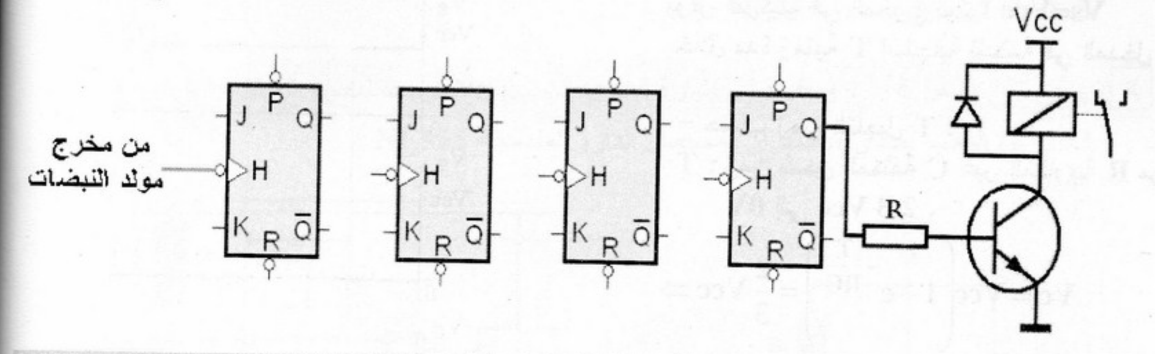
يكون العداد متزامنا أو غير متزامنا و تصاعديا أو تنازليا .

1-3-3) المؤجلة بعداد تصاعدي :



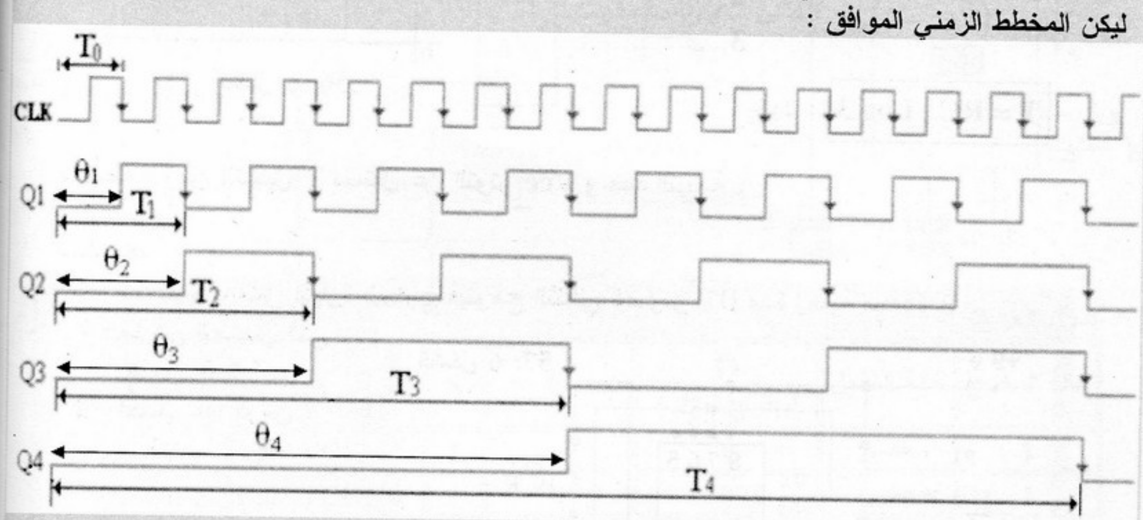
تمرين تطبيقي : ليكن التصميم التالي :

الشكل 6-59.



1- أكمل مخطط العداد اللاتزامني ؟

ليكن المخطط الزمني الموافق :



T_0 : هو دور إشارة التزامن لمولد النبضات .

2- ماذا يمثل T_1, T_2, T_3, T_4 ؟

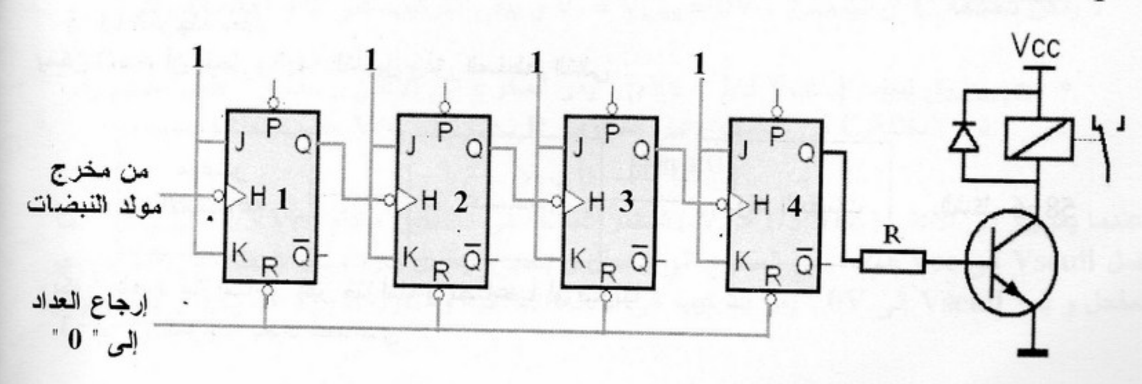
3- إستخرج عبارة أزمنة التأجيل $(\theta_1 , \theta_2 , \theta_3 ,\theta_4)$ على مختلف مخارج القلابات بدلالة T_0 ؟

4- إستخرج عبارة زمن التأجيل θ_n لـــ n قلاب ؟

5- عيّن زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التصميم إذا كان تواتر التوقيتية $f_0=2Hz$ ؟

الحل :

1- مخطط العداد :



2- T_1, T_2, T_3, T_4 : هي أدوار كل من (Q1 ,Q2 ,Q3 ,Q4) على الترتيب .

3- عبارة أزمنة التأجيل $(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4)$ بدلالة T_0 :

$$\theta_4 = 8 \cdot T_0 = 2^3 \cdot T_0 \quad ، \quad \theta_3 = 4 \cdot T_0 = 2^2 \cdot T_0 \quad ، \quad \theta_2 = 2 \cdot T_0 = 2^1 \cdot T_0 \quad ، \quad \theta_1 = 1 \cdot T_0 = 2^0 \cdot T_0$$

4- عبارة زمن التأجيل θ_n لـ n قلاب : $\theta_n = 2^{n-1} \cdot T_0$

5- زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التصميم :

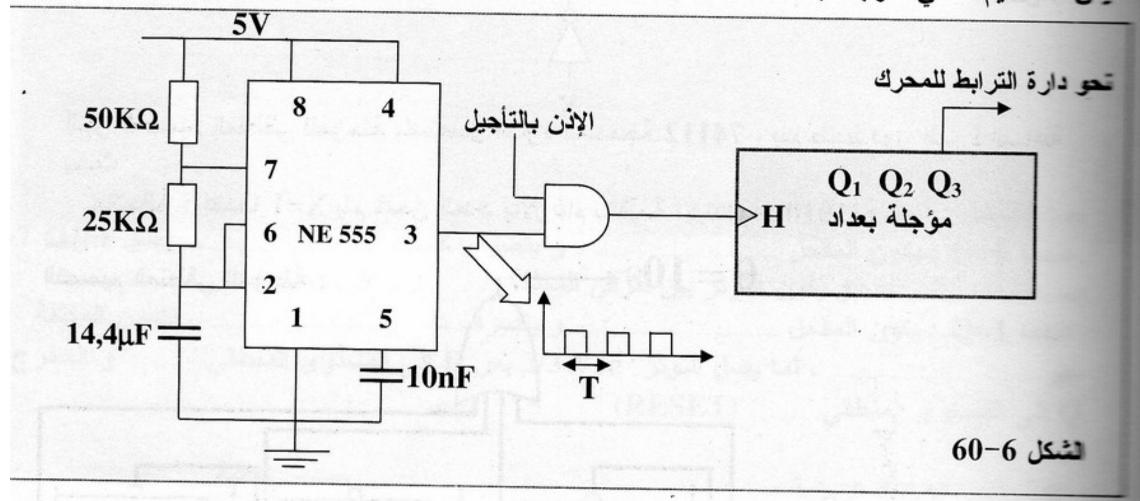
تواتر التوقيتية $f_0 = 2Hz \Leftarrow T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{2} = 0,5s$

$\theta_4 = 8 \cdot T_0 = 8 \cdot 0,5 = 4s$

$\theta_4 = 4s$

نشـــاط :

ليكن التصميم التالي لمؤجلة بعداد :

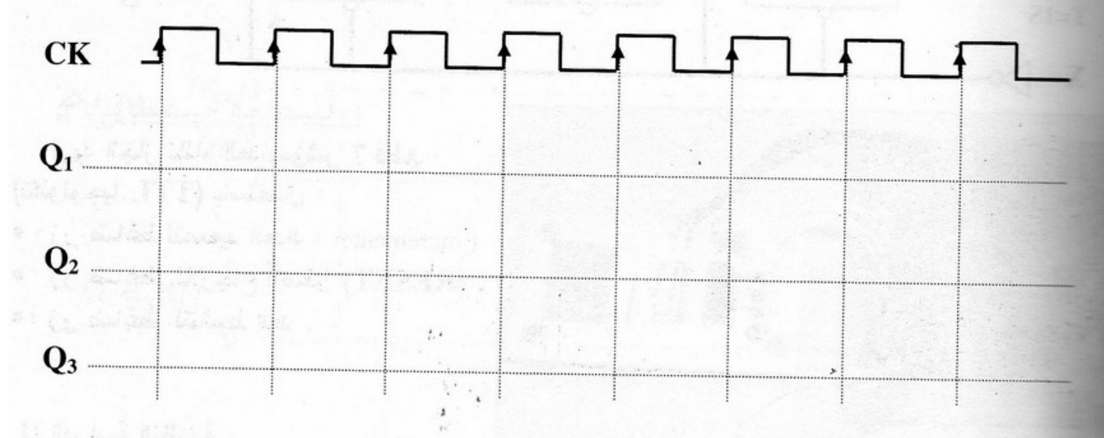


الشكل 6-60

1- أكمل المخطط الزمني التالي الموافق للمؤجلة باستعمال الدارة المندمجة 7476 ؟

2- باستعمال المخطط الزمني أوجد زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التصميم ؟

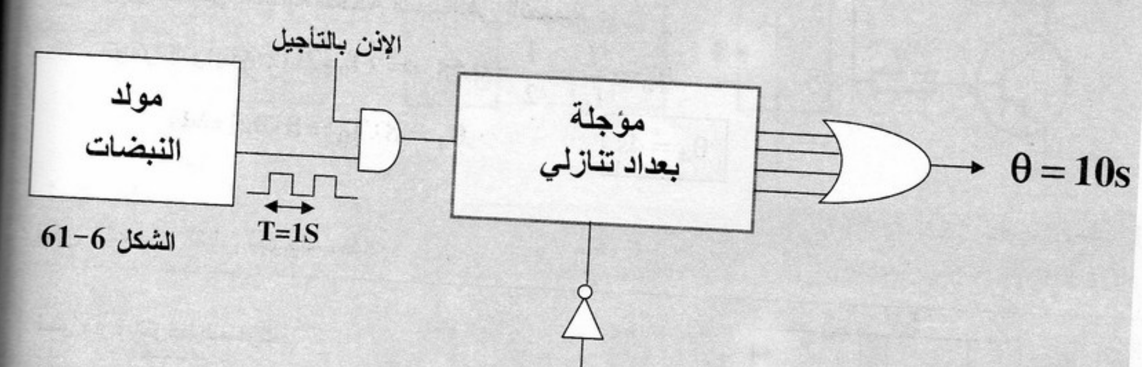
3- أرسم التصميم المنطقي للمؤجلة ؟



3-3-2) المؤجلة بعداد تنازلي :

تمرين تطبيقي :

ليكن النظام الآلي " لتصنيع خليط " المتمثل في الشكل 6-54 . بعد إنزال المادتين " a " و " b " في المازج ، يتم خلطهما لمدة $\theta = 10s$. لذلك نستعمل مؤجلة بعداد لاتزامني تنازلي المتمثلة في التصميم التالي :



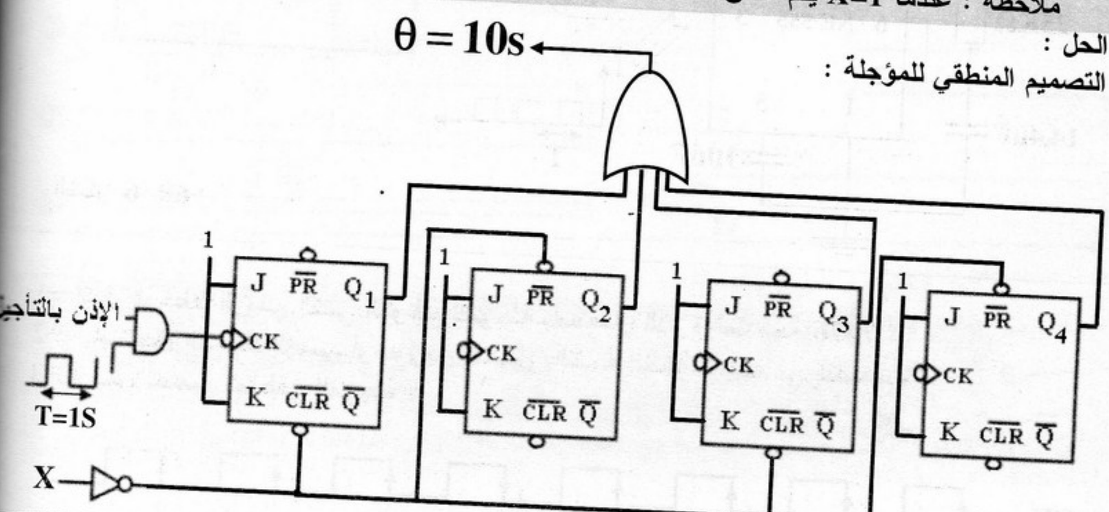
الشكل 6-61

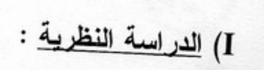
أنجز التصميم المنطقي للمؤجلة باستعمال الدارة المندمجة 74112 ، يتم ضبط دور إشارة الساعة بحيث .

ملاحظة : عندما X=1 يتم شحن العداد بالإرغام بالقيمة الابتدائية (1010).

الحل :

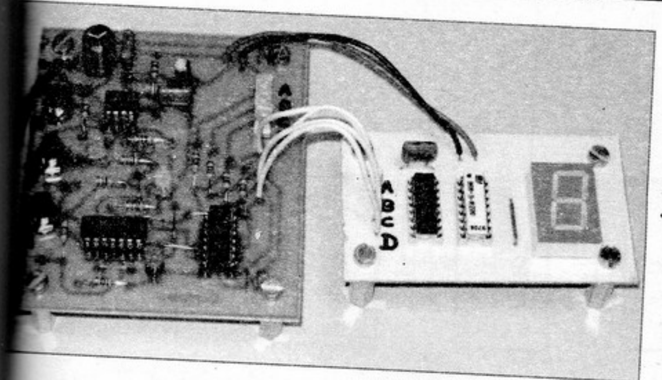
التصميم المنطقي للمؤجلة :





نريد إنجاز نظام العد بمؤشر 7 قطع (تكنولوجيا TTL) باستعمال :

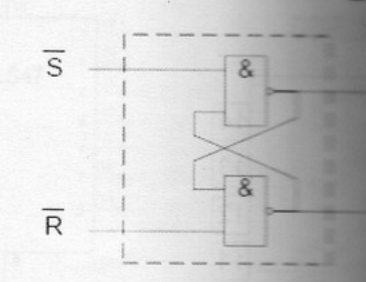
- زر ضاغط لتصعيد العداد (incrémenter)
- زر ضاغط للإرجاع للصفر (RESET) .
- زر ضاغط لتنشيط العد .



I) الدراسة النظرية :

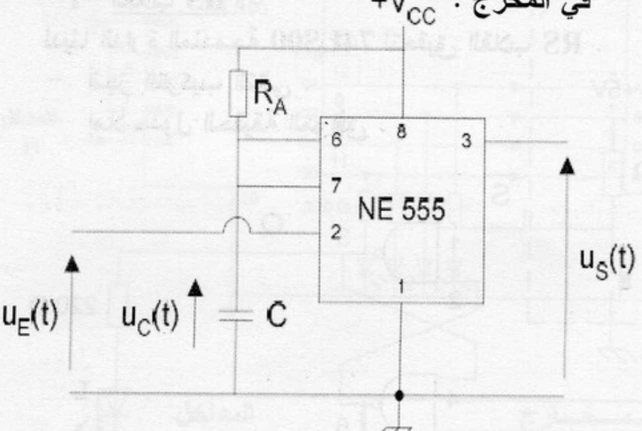
RS : القلاب

جدول الحقيقة للقلاب التالي : ... تشغيل ...



2- دارة القلاب أحادي الإستقرار :

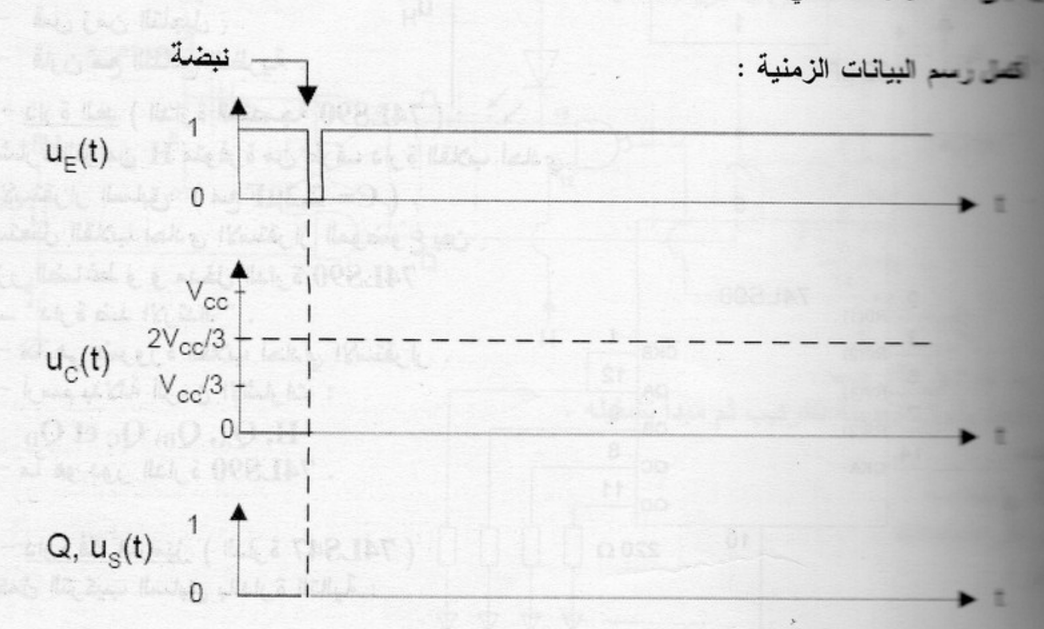
تستعمل الدارة **NE 555** كقلاب " أحادي الاستقرار" (دارة المؤجلة) .نبضة في المدخل تعطي تأجيل مدته **T** في المخرج .



مبدأ التشغيل : أكمل ما يلي :

- عندما **Q=0** : يكون المقحل .... و يتصرف كـــ .... ، يوصل الطرف 7 بـ .... و يكون التوتر بين طرفي المكثفة ....
- عندما **Q=1** : يكون المقحل .... و يتصرف كـــ .... ، تشحن المكثفة عبر .... ، لما يصل التوتر **2/3 Vcc** يمر **R** إلى المستوى المنطقي " ...." و المخرج **Q** إلى المستوى المنطقي "........ "**(RESET)**

- أكمل رسم البيانات الزمنية :



- زمن التأجيل :

- ما هي العناصر التي تضبط زمن التأجيل " **T** "

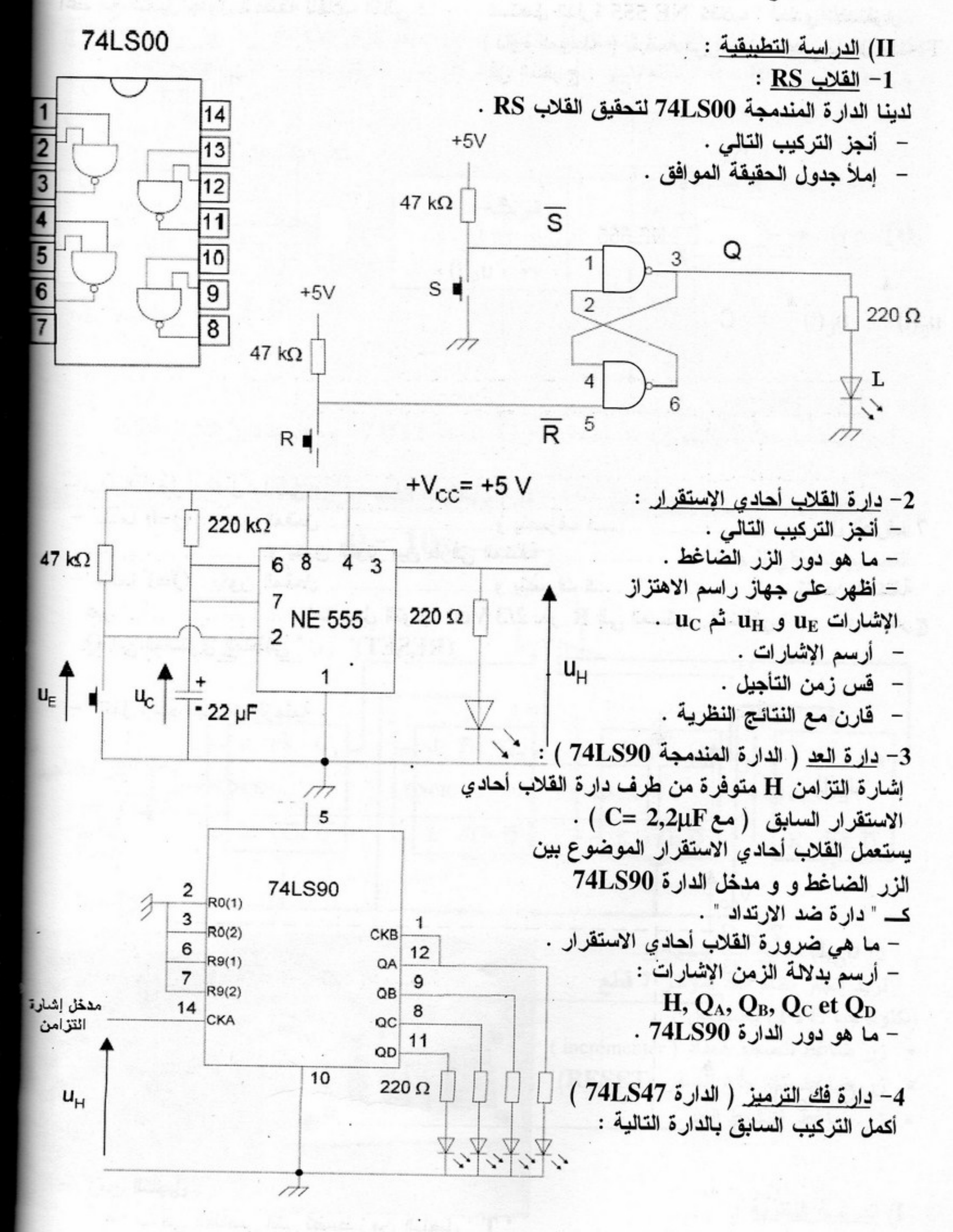
- إستخرج عبارة زمن التأجيل " T "

II) الدراسة التطبيقية :

1- القلاب RS :

لدينا الدارة المندمجة 74LS00 لتحقيق القلاب RS .

- أنجز التركيب التالي .
- إملأ جدول الحقيقة الموافق .



2- دارة القلاب أحادي الإستقرار :

- أنجز التركيب التالي .
- ما هو دور الزر الضاغط .
- أظهر على جهاز راسم الاهتزاز الإشارات u_E و u_H ثم u_C .
- أرسم الإشارات .
- قس زمن التأجيل .
- قارن مع النتائج النظرية .

3- دارة العد (الدارة المندمجة 74LS90) :

إشارة التزامن H متوفرة من طرف دارة القلاب أحادي الاستقرار السابق (مع C= 2,2µF) .

يستعمل القلاب أحادي الاستقرار الموضوع بين الزر الضاغط و و مدخل الدارة 74LS90 كـ " دارة ضد الارتداد " .

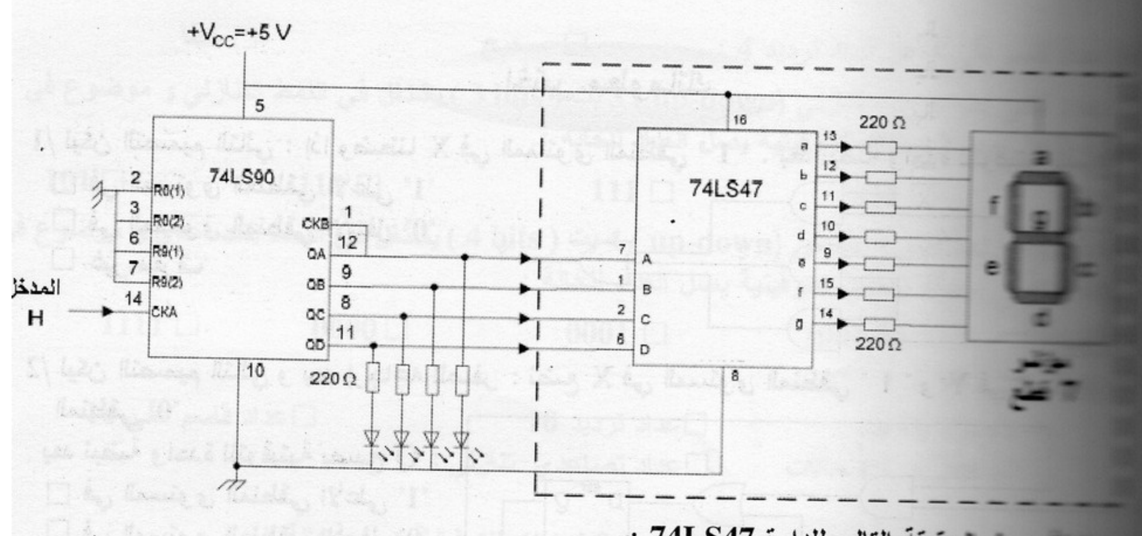
- ما هي ضرورة القلاب أحادي الاستقرار .
- أرسم بدلالة الزمن الإشارات :

H, Q_A, Q_B, Q_C et Q_D

- ما هو دور الدارة 74LS90 .

4- دارة فك الترميز (الدارة 74LS47)

أكمل التركيب السابق بالدارة التالية :



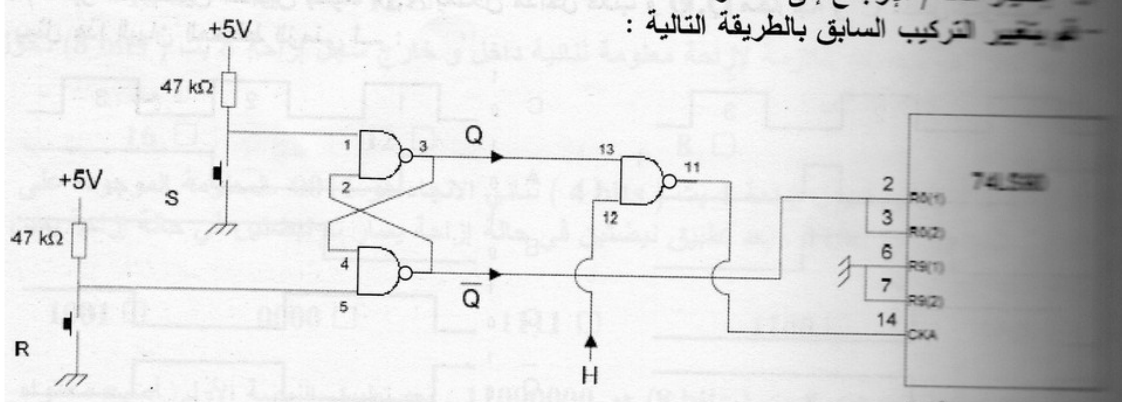
- املأ جدول الحقيقة التالي للدارة 74LS47 :

المداخل				المـــخـــارج							إشارة المؤشر
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	

- ما هو دور الدارة 74LS47 .

4- اختيار العد / الإرجاع إلى الصفر :

قم بتغيير التركيب السابق بالطريقة التالية :



- ما هو دور التركيب .
- أعط جدول الحقيقة للتركيب ثم مبدأ تشغيله .

5- الخلاصة :

- ما هي خلاصتك .

اختبر معلوماتك

1/ ليكن التصميم التالي : إذا وضعننا X في المستوى المنطقي " 1 " . بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Y :

☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"
☐ غير معرف

2/ ليكن التصميم التالي و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي " 1 " و Y في المستوى المنطقي "0" .
بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Q :

☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"
☐ غير معرف

3/ نعتبر التركيب السابق و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي " 0 " و Y في المستوى المنطقي " 1 " . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصبح Q :

☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"
☐ غير معرف

4/ نعتبر المخططين التاليين بحيث A,B يمثلان مداخل قلاب و $Q,\overline{Q}$ مخارجه و C مدخل التوقيتية .
يمثل هذا البيان المخطط الزمني لــ :

☐ قلاب RS بالجبهة الصاعدة
☐ قلاب JK بالجبهة الصاعدة
☐ قلاب RS بالجبهة النازلة
☐ قلاب JK بالجبهة النازلة

☐ قلاب RS بالجبهة الصاعدة
☐ قلاب JK بالجبهة الصاعدة
☐ قلاب RS بالجبهة النازلة
☐ قلاب JK بالجبهة النازلة

5/ يمثل هذا البيان المخطط الزمني لعداد ترديد 2 بحيث :
Q_0 هو المخرج LSB و Q_1 المخرج MSB
و CLK مدخل التوقيتية .

☐ صحيح ☐ خطأ

6/ عداد قاسم على 4 هو عداد ترديد 4 :   ☐ صحيح   ☐ خطأ

7/ عداد ثنائي تصاعدي – تنازلي (up-down) 3 بت (3 bits) يشتغل في النمط التنازلي و موضوع في الحالة [illegible] . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

☐ [illegible]   ☐ 011   ☐ 111   ☐ 110   ☐ 101

8/ عداد ثنائي تصاعدي – تنازلي (up-down) 4 بت (4 bits) يشتغل في النمط التصاعدي و موضوع في الحالة 1100 . بعد 4 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

☐ [illegible]   ☐ 1001   ☐ 0001   ☐ 0000   ☐ 1111

9/ عداد عشري هو :

☐ عداد 10 بت   ☐عداد ترديد 10   ☐عداد قاسم على 10

☐ عداد بـــ 10 حالات   ☐عداد تصاعدي -تنازلي

10/ الحالة الحالية لعداد عشري هي 1000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية تصبح حالة العداد :

☐ 1000   ☐1001   ☐ 1010   ☐ 1011   ☐0001

11/ المخرج لسجل إزاحة يمين 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي مربوط بمدخله . يحمل السجل المعلومة الثنائية 11000011 ، بعد 4 نبضات لإشارة التزامن يصبح محتواه :

☐ 11000011   ☐ 00001100   ☐ 00111100   ☐ 00001111   ☐ 11110000

12/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي :

☐ 4   ☐ 8   ☐ 12   ☐ 16

13/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تفرعي :

☐ 4   ☐ 8   ☐ 12   ☐ 16

14/ المحتوى الابتدائي لسجل إزاحة 4 بت (4 bits) ثنائي الاتجاه هو 0011 .المعلومة الموجودة على المدخل التسلسلي هي 1100 ، بعد تطبيق نبضتين في حالة إزاحة يسار ثم نبضتين في حالة إزاحة يمين يصبح محتوى السجل :

☐ 0011   ☐ 1100   ☐ 1111   ☐ 0000   ☐ 1001

15/ محتوى عداد جونسون 8 بت (8 bits) هو 11000000 ، بعد تطبيق النبضة الأولى أصبح محتواه 11100000 . ما هو عدد النبضات اللازمة حتى يصبح محتواه 00000011 :

☐ 2   ☐ 3   ☐ 4   ☐ 5   ☐ 6

16/ يمثل التصميم التالي عداد جونسون 4 بت (4 bits) :

☐ صحيح   ☐ خطأ

17/ يمكن استعمال سجل إزاحة دخول تسلسلي- خروج تفرعي كسجل إزاحة دخول تسلسلي- خروج تسلسلي و ذلك بأخذ المخرج التسلسلي من القلاب LSB .

☐ صحيح   ☐ خطأ

تمــــاريــــن

تمرين 01 : أرسم المخرج (Q) للقلابات التالية :

S

R

H

Q

H

D

Q

CK

J

K

Q

S

R

Q

تمرين 02 :

ليكن التصميم التالي :

- أكمل المخطط الزمني للمخارج Q_1 و S ؟
- أحسب الدور T' للإشارة S بدلالة الدور T للإشارة E ؟
- ما هو الهدف من التصميم ؟

E T t

Q1 t

S t

D1 Q1 D2 Q2 S

E $\overline{Q1}$ CLOCK $\overline{Q2}$

تمرين 03 : لتكن الدارة التالية :

1- ما هو نوع القلاب المستعمل في الدارة ؟

2- ما هو دور هذا القلاب ؟

3- أكتب معادلة T بدلالة S , R , Q ؟

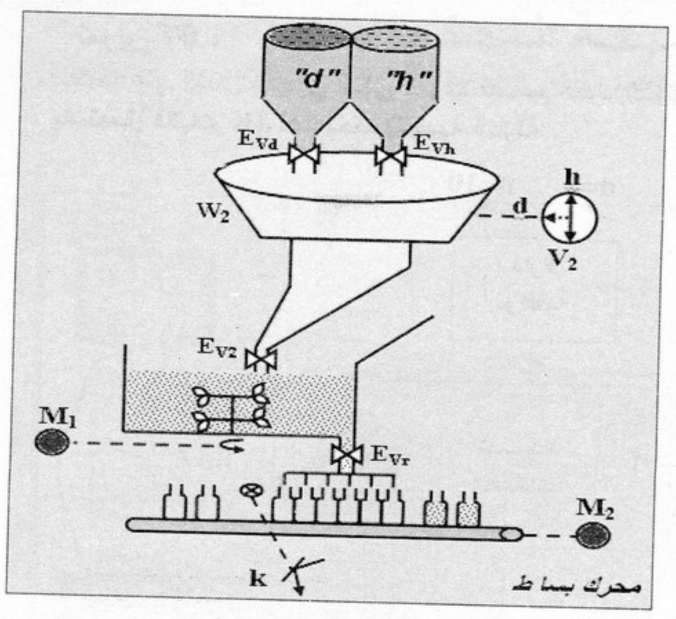
4- أكتب معادلة R (مدخل الإرغام) بدلالة Q_0 , Q_1 , Q_2 , Q_3 , RAZ ؟

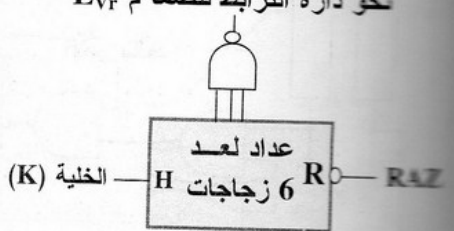
5- أرسم دارة العداد باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ؟

5- أرسم المخطط الزمني الموافق ؟

V_{CC} R R S Q R $\overline{Q}$ H عداد لامتزامن لعد 12 علبة R K RAZ

تمرين 04 :
يمثل نظـــام آلـــي لتحضير دواء فلاحي الممثل في الشكل .
يتضمن النظام عدة أشغولات من بينها أشغولة "إحضـــار 6 زجاجات و ملئها " لذا نستعمل عداد لعد الزجاجات .
تمثل دارة العداد التالية :





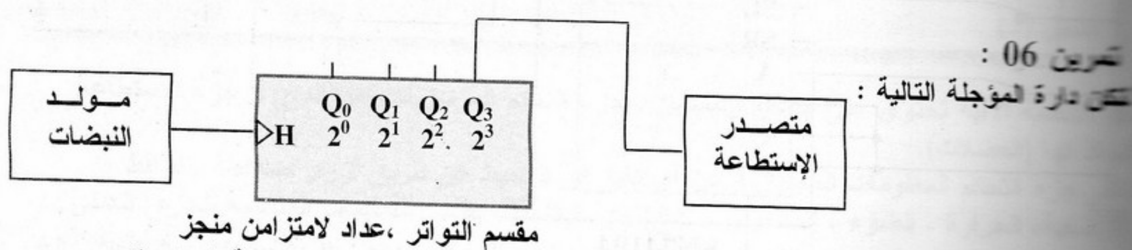
1- أرسم الدارة المنطقية لعداد لا متزامن لعد 6 زجاجات ثم أرسم المخطط الزمني باستعمال :

- قلابات JK " 74112 " (تحكم بالجبهة النازلة)
- قلابات D " 7474 " (تحكم بالجبهة الصاعدة)

2- أرسم الدارة المنطقية لنفس العداد باستعمال الدارة المندمجة " 7490 "

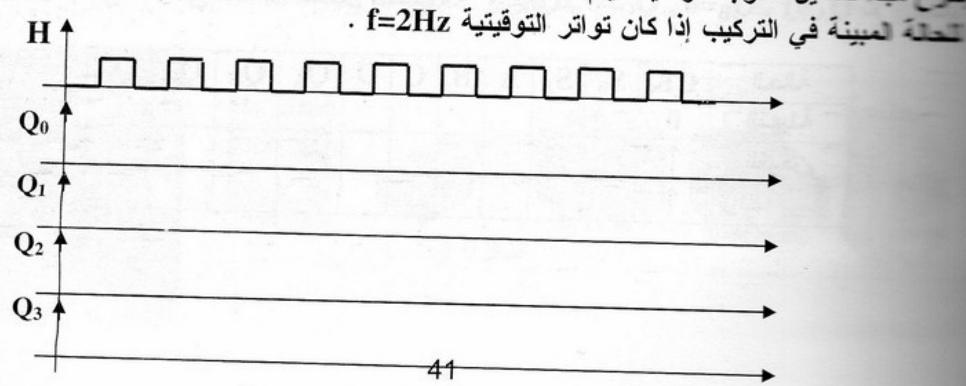
تمرين 05 :
للحصول على تأجيل 30s ، نستعمل عداد لا متزامن بقلابات JK تحكم بالجبهة النازلة ، و إشارة زمنية دورها T=3s . أنـــجـــز تركيـــب المـــؤجـــلة باســـتعمـــا ل العـــداد ؟

تمرين 06 :
تمثل دارة المؤجلة التالية :



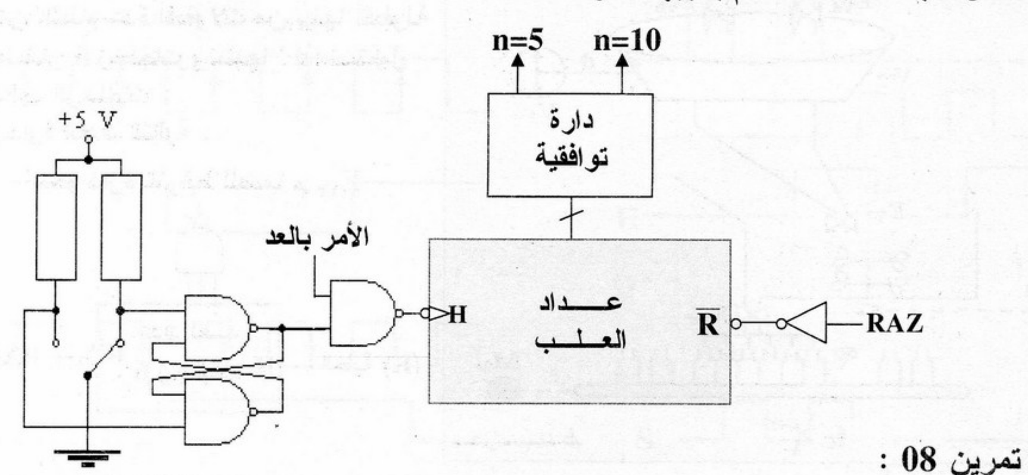
مقسم التواتر ،عداد لامتزامن منجز
بواسطة قلابات ذات تحكم بالجبهة الصاعدة

اشرح مبدأ تشغيل المؤجلة و كيف يتم التأجيل باستعمال البيان الزمني مع ذكر ما هو زمن التأجيل بالنسبة للحالة المبينة في التركيب إذا كان تواتر التوقيتية f=2Hz .



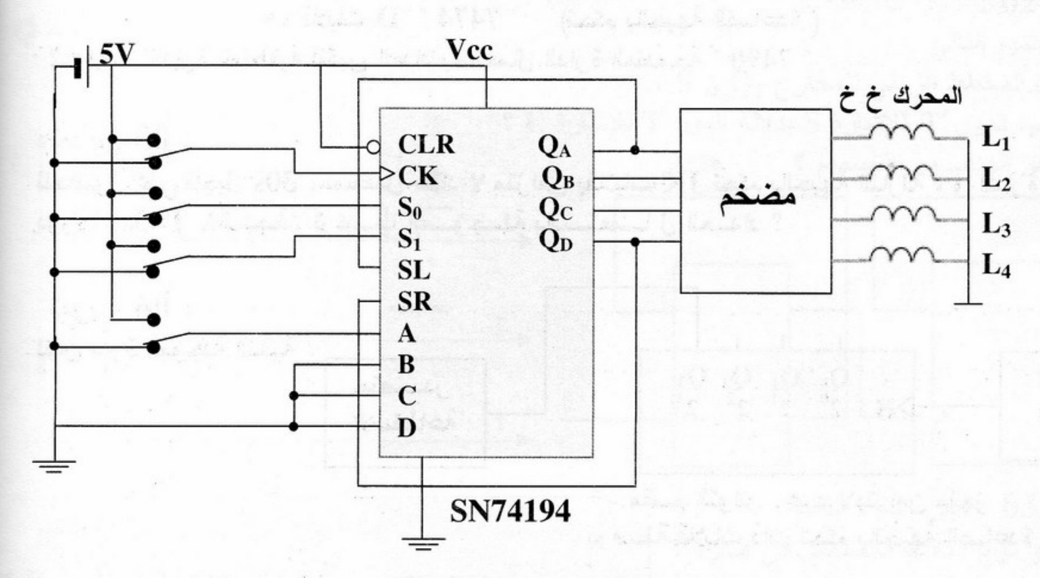
تمرين 07 :

معتمدا على الشكل المبدئي التالي ، أوجد تصميم العداد الإلكتروني اللاتزامني المناسب لعد 5 علب و 10 علب باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة .



تمرين 08 :

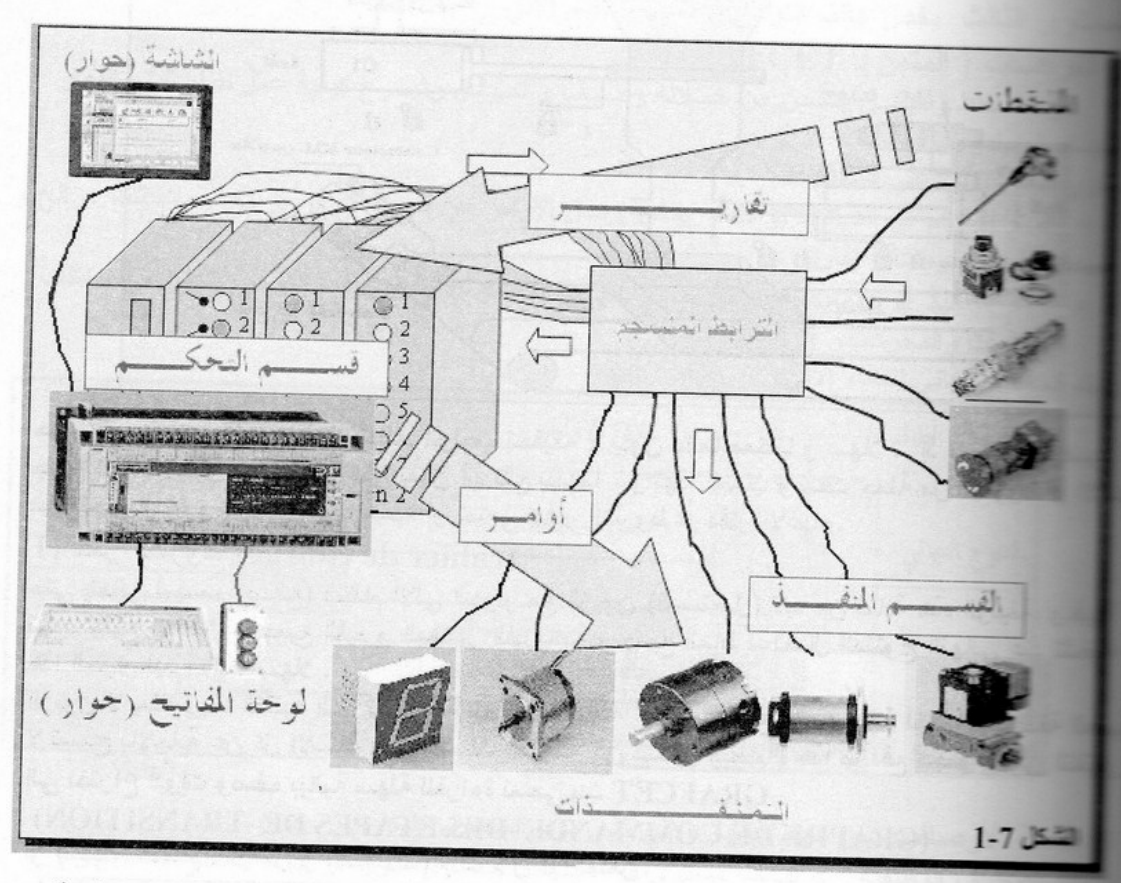
يدير طاولة حول محورها محرك خطوة خطوة بزاوية °120 ، نستعمل أساسا عدادا حلقيا و و هو عبارة عن سجل إزاحة الممثل في الشكل التالي :



أكمل الجدول التالي الموافق لتحميل السجل بالمعلومة $Q_A=1$, $Q_B=0$, $Q_C=0$, $Q_D=0$ ثم إزاحتها نحو اليسار.

الحالة	CK	S_0	S_1	A	B	C	D	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
التهيئة	0										
الشحن	↑										
إزاحة يسار	↑										

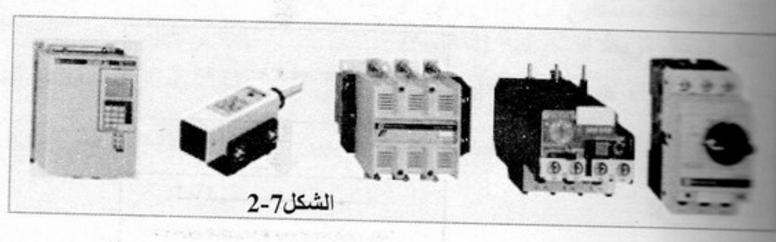
2 وظيفة التحكم

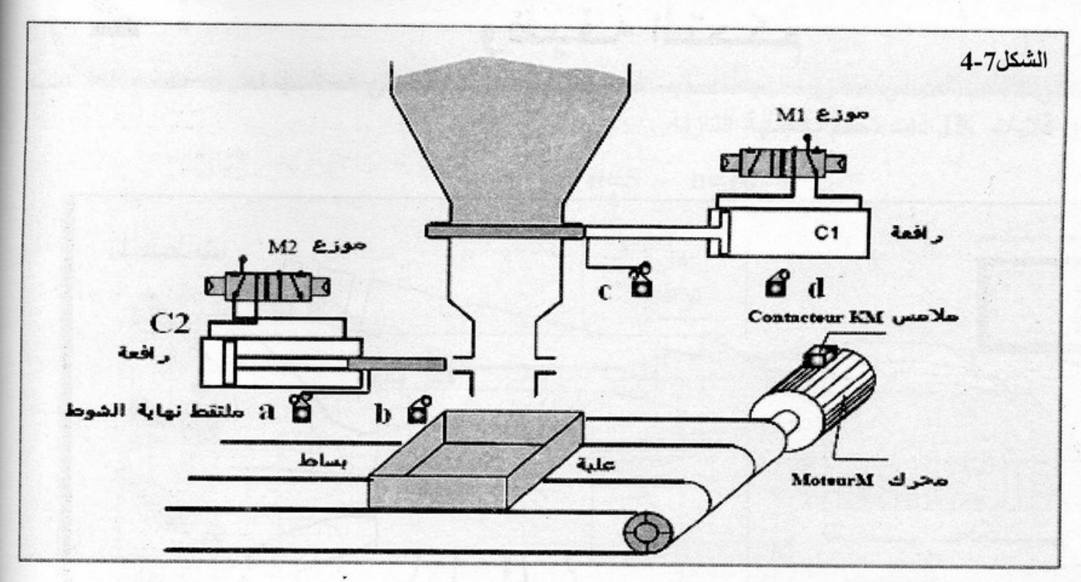


الشكل 7-1

كل الأنظمة الآلية تحتوي على جزئين رئيسيين ، جزء التحكم المُرسل للأوامر(المخ) و جزء الإستطاعة المنفذ لها (العضلات).
يتلقى جزء التحكم المعلومات الضرورية عن أي تغير في المحيط عن طريق أزرار ضاغطة ، لواقط الوضعية، الحرارة ، الضوء ، المستوي ...إلخ) ، و طبقا لذلك يصدر التعليمات المناسبة للجزء العملي (جزء الاستطاعة) الذي يقوم بتنفيذها بواسطة المنفذات المتوفرة في النظام مثل المحركات ، الرافعات..إلخ
يظهر هذا جليا في الشكل7−1.
إليك الشكل 7−4 أين يظهر عمل بعض العناصر و التجهيزات السابقة داخل نظام الآلي.


الشكل 7-3


الشكل7-2



حوار المصمم مع الزبون حول النظام الواجب تحقيقه لا يكون دائما ممكننا و سهلا ، إذ لا بد من توضيح جميع الملابسات و الغموضات التي يمكن أن تقع بينهما ، و لهذا السبب وُضعت جملة من الشروط أو الأعباء قبل إنجاز المشروع يُتفق عليها مُسبقا و تسمى بدفتر الشروط أو دفتر الأعباء.

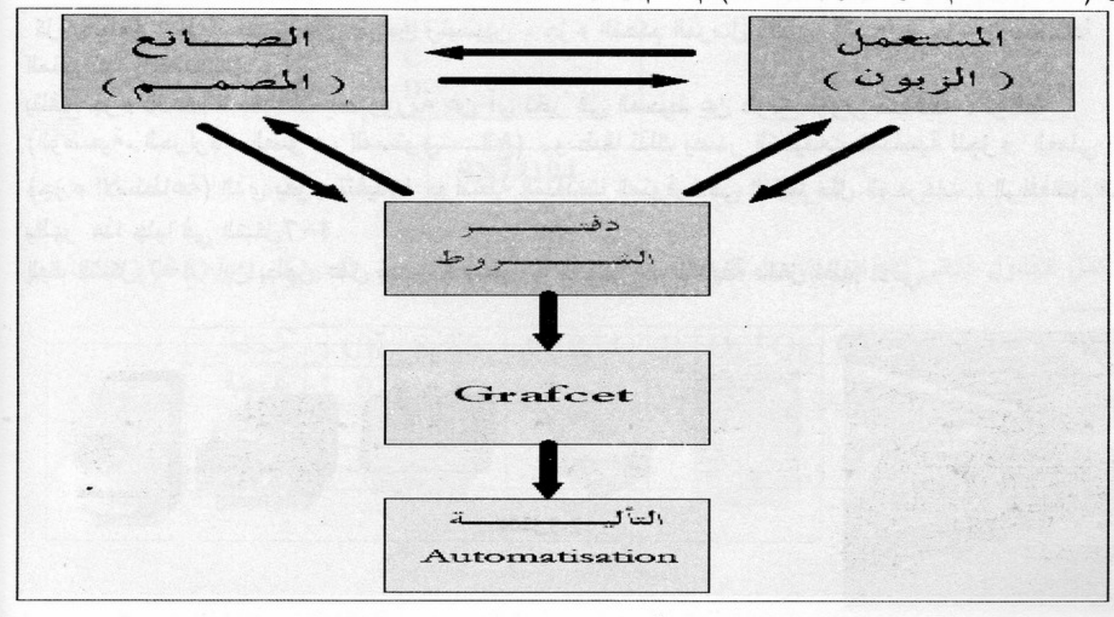
1) دفتر الشروط (cahier de charge)

حتى يتسنى لمصمم (صانع) النظام الآلي الحوار مع الزبون (المستعمل) لابد من كتابة هذه الوثيقة، و فيها تحدد جميع الأعمال و جميع القيم و المقادير الفيزيائية و جميع أنماط استعمال المنتوج النهائي عند تشغيله ، هذا الحوار ليس دائما سهلا .

الزبون لا يملك ربما التقنية التي تسمح له بتعريف مسألته بشكل صحيح و من جهة أخرى فإن اللغة العامية لا تسمح بالإجابة عن كل الأسئلة و الملابسات الناجمة عن تشغيل النظام ، هذا ما دفع مجموعة من التقنيين إلى اختراع أدوات وصف بيانية سهلة للقراءة تسمى بـــ **GRAFCET**

(GRAPHE DE COMMANDE DES ETAPES DE TRANSITION)

أو (مخطط التحكم للمراحل و الانتقالات) م ت م ن أو المتمن.



الوصف الوظيفي (غرافسات مستوى1)

الوصف التكنولوجي والعملي (غرافسات مستوى2)

المستوى الثالث يخص جانب التوثيق و صيانة النظام الآلي

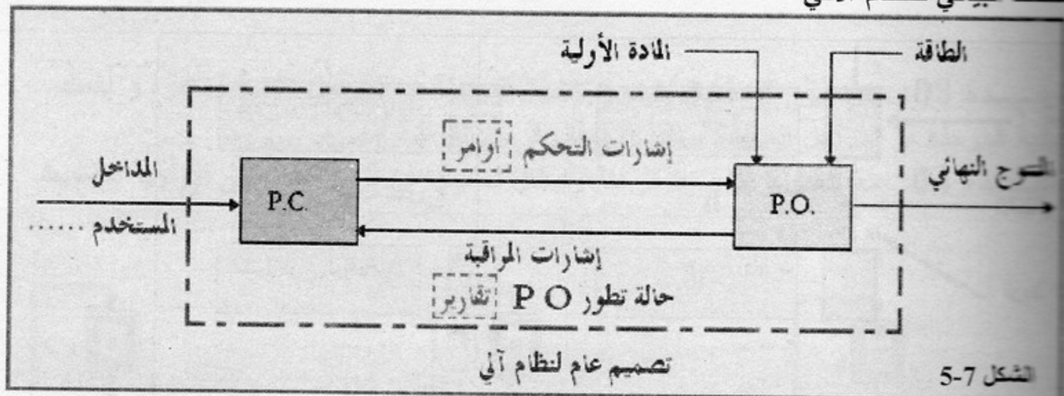
الغرافسات (المتمن): GRAFCET

هو مخـــطط وظيفـــي يمكـــن من خـــلاله وصـــف و تمثيـــل وشـــرح كيفية عمل نظام آلي وإظهار المهام المسندة إليه .

يحتوي النظام الآلي على قسمين هما

- قسم التحكم أو القيادة: بواسطته يمكن إرسال الأوامر عن طريق أزرار, برامج , ملتقطات ...الخ و يتلقى معلومات و تقارير .
- قسم التنفيذ أو الاستطاعة: من خلاله تنفذ كل الأوامر الآتية من قسم التحكم ويتكون من مختلف الرافعات والمحركات.

ويمثله المخطط البياني للنظام الآلي



الشكل 7-5

قائمة الأوصاف: تُبين مهام الجهاز الآلي الذي يراد الحصول عليه .

الأوصاف الوظيفية " غرافسات مستوى I " : يصف المستوى الأول من جزء التحكم اتجاه الجزء العملي بدون تحديد التكنولوجيات المستعملـــــة.

مثـــــال: انتقـــال القطعة من المركز **A** إلى المركز **B** دون أن نحدد كيف يتم الانتقـــــال .

الأوصاف التكنولوجية " غرافسات مستوى II " : يحدد نوعية الأجهزة المستعملة " ملاقـــط, منفذات "

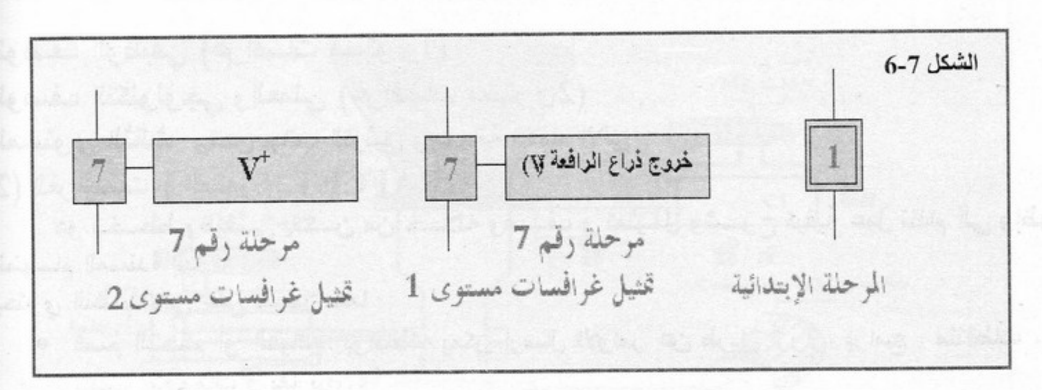
عناصـــر الغرافســـات

يتكون الغرافسات من مراحل و انتقالات متتالية موصولة بواسطة روابط موجهة .

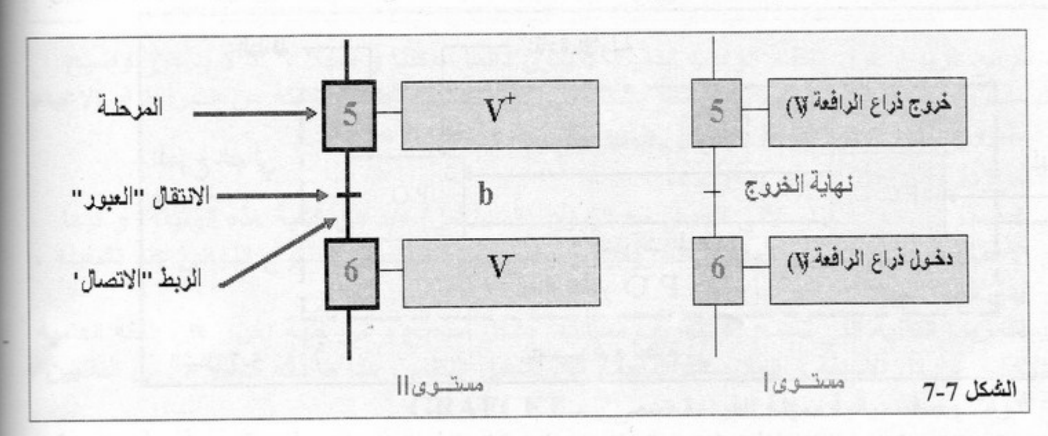
كل مرحلة نستطيع أن نلحق فعل أو عدة أفعال .

كل انتقال نربط إستقبالية (إنتقالية) .

المرحلة : هي الحالـــة أو الوضعية التي تبقى فيها الأفعال (المقادير الفيزيائية) للنظام الآلـــي ثابتة، وتمثل بمربع مرقم بعدد وبجانبه مستطيل يُبين الفعل أو الأفعال التي يقوم بها النظام الآلـــي.أنظر الشكل 7-6



4-2/ الانتقـــــال: هي اللحظة التي تتغير فيها بعض المقادير الفيزيائية من قيمة إلى أخرى وتحدث بين مرحلتيـــن متتاليتيـــن ، لكـــل انتقـــال يوجـــد شـــرط منطقـــي يسمـــى القابليـــة وهـــي عبارة عن معادلـــة منطقيـــة. الشكل 7-7

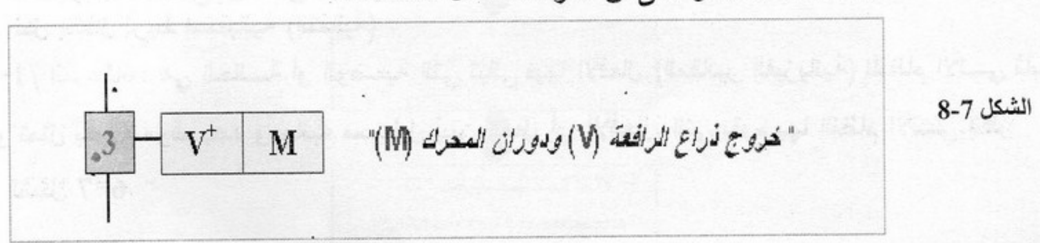


4-3/ الاتصـــال: هو الخـــط الذي يربـــط بين المرحلة والانتقـــال.
- إذا كانـــت القراءة من الأعلى إلى الأسفل يمكن عدم وضع السهـــم.
- إذا كانـــت القراءة في اتجاه آخـــر يوضع السهم لتوضيح اتجاه التطور.

- **ملاحظـــات:**

- يكون الانتقال بين مرحلتين متتاليتيـــن.
- الغرافسات يغلـــق دائمـــا بواسطـــة اتصـــال موجه يربط المرحلة الأخيـــرة بالمرحلة الأولى عبر انتقـــال.
- القابلية معادلة منطقية تعبر عن حالة معينة لمتغيرات الدخول مثل (وضعية متحرك حالة زر).

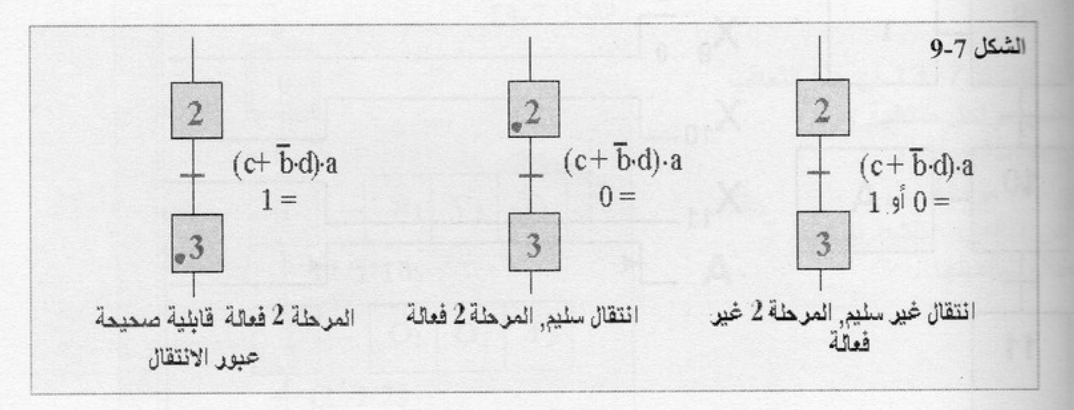
- **قاعـــدة:** أعمال المرحلـــة لا تكـــون فعـــالة إلاّ إذا كانت المرحلة نشطـــة.
النقطـــة تـــدل على أن المرحلـــة 3 نشطـــة.



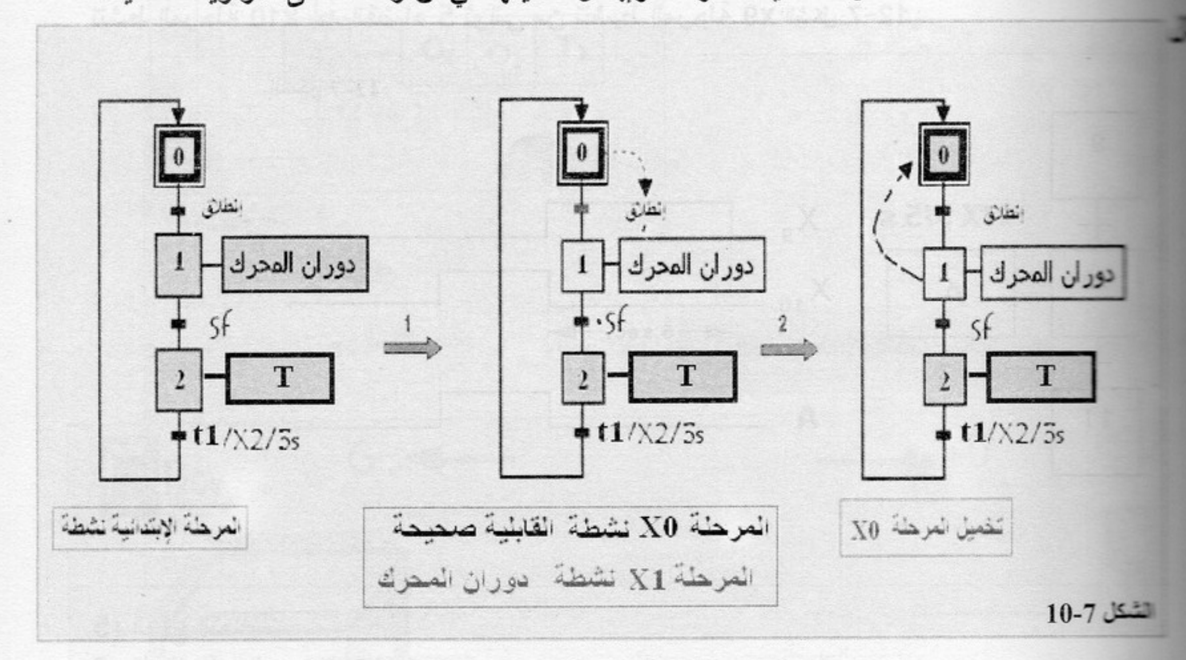
قواعد التطور: تفعيل أو تخميل مرحلة من مراحل النظام الآلي

- قاعدة 01: المرحلة الابتدائية تكون فعالة عند بداية العمل أو الدورة .
- قاعدة 02: يكون الانتقال سليم أو غير سليم(ممكن أو غير ممكن)

يكون الانتقال سليم حين تكون المرحلة أو المراحل السابقة مباشرة فعالة ولا يمكن العبور إلاَّ إذا كان الانتقال سليم والقابلية المناسبة للانتقال صحيحة الشكل 7-9 .



- قاعدة 03: عند عبور الانتقال يكون تنشيط المرحلة أو المراحل التالية مباشرة و إخماد فعالية المرحلة أو المراحل السابقة مباشرة (مثال 3 من القاعدة 2).
- قاعدة 04: عند العمل ، تنشيط مرحلة وإبطال فعاليتها في آن واحد تعطى الأولوية للتنشيط.



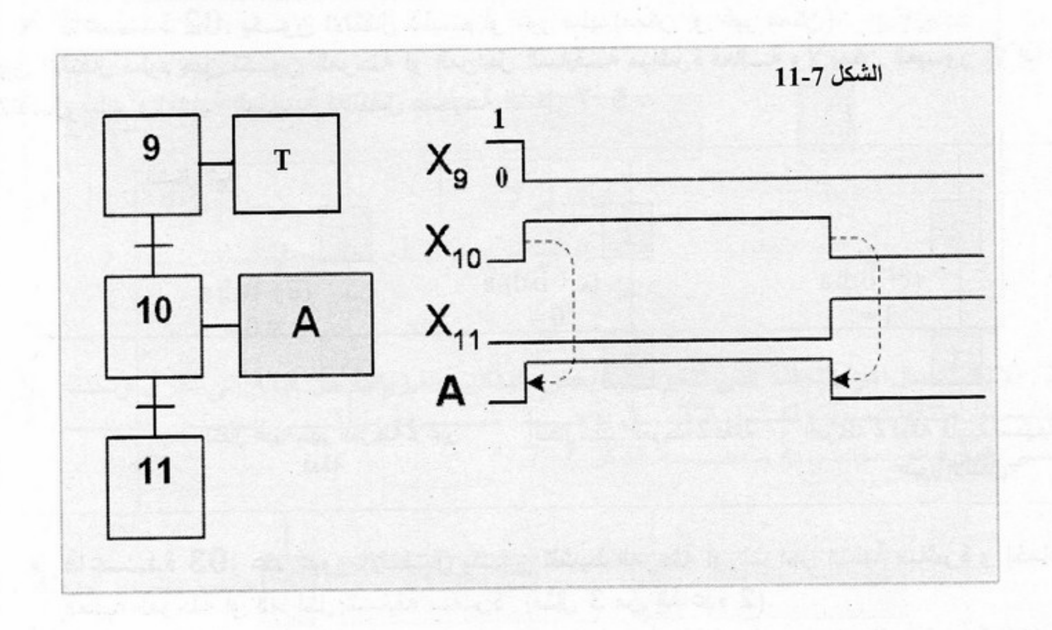
الشكل 7-10

T : مؤجلة

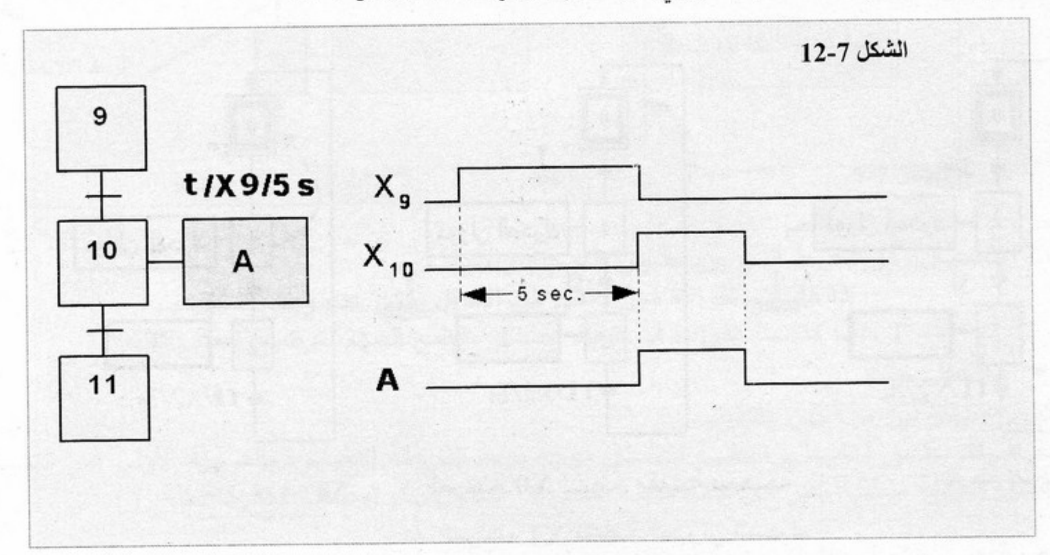
5-4/ المخطط الزمني للمراحل

الفعل المستمر

يدوم الفعل A للمرحلة x10 مدة دوام تنشيط هذه الأخيرة الشكل 7-11



تنشط المرحلة X10 بعد انقضاء 5 ثواني من تنشيط المرحلة X9 الشكل 7-12



5) أنواع التعاقبات

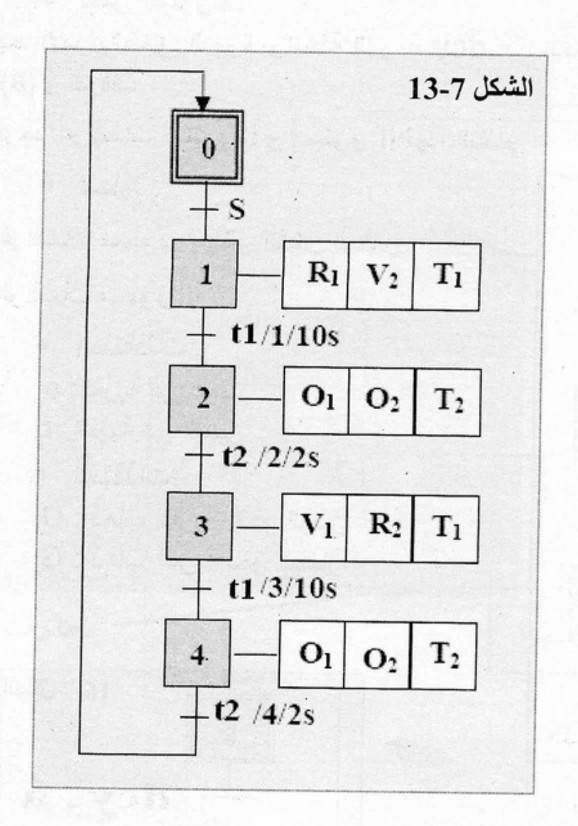
5-1/ التعاقب الوحيد (الخطي)

يتكون من عدة مراحل متتابعة تشكل فيما بينها سلسلة واحدة على شكل خط وحيد ، و يكون تطورها تتابعي أي تنشط مرحلة تلوى أخرى.

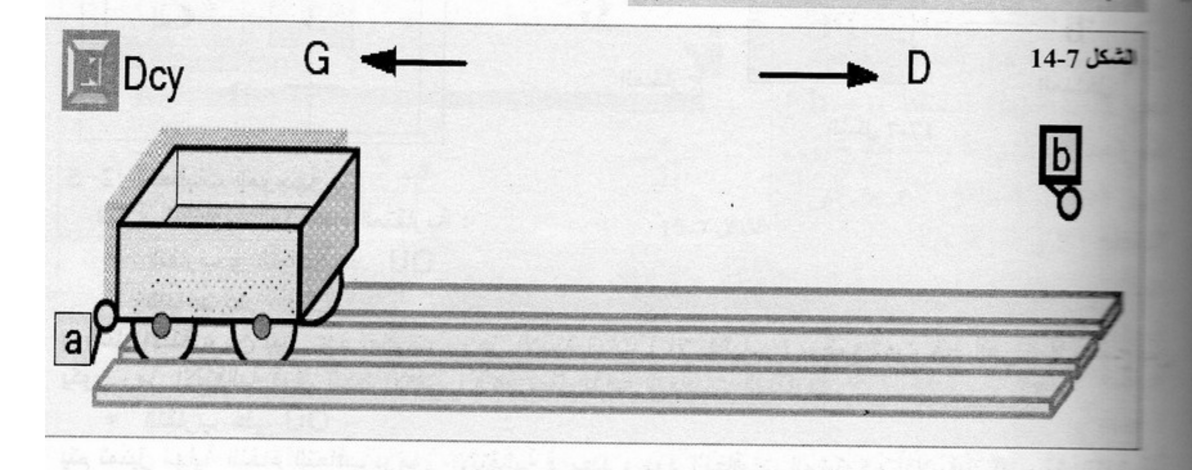
مثال

الشكل 13-7

نلاحظ من خلال الشكل7-13 أن هذا التعاقب
يتكون من خمس مراحل متتالية ،
تفصل بين كل مرحلة و أخرى
قابلية و يلحق بكل مرحلة فعل
أو مجموعة من الأفعال ، تنشط بتنشيط
المرحلة و تخمل بتخميلها .



• *نشاط* : ليكن النظام الممثل بالشكل التالي



- دفتر الشروط:

بعد الأمر بإنطلاق الدورة بواسطة الزر « dcy » ، تتجه العربة نحو النقطة (b) ، ثم تعود الى النقطة (a) و تتوقف .

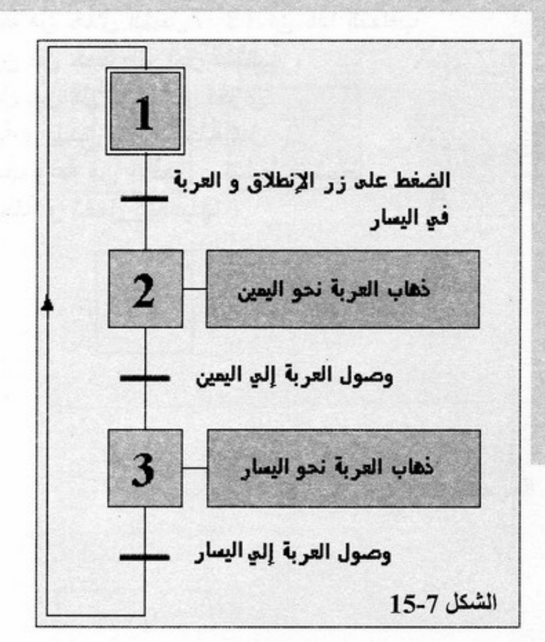
أوجد غرافسات مستوى I و مستوى II لهذا النظام

- الحل:

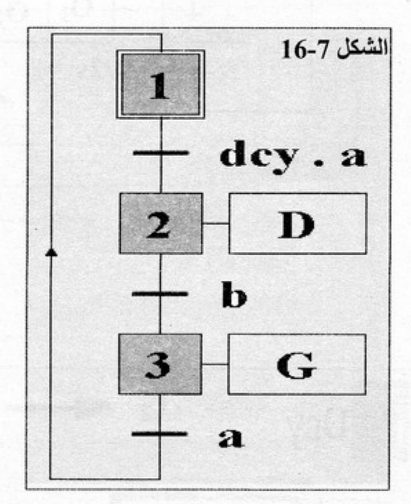
غرافسات مستوى I أنظر الشكل المقابل

غرافسات مستوىII

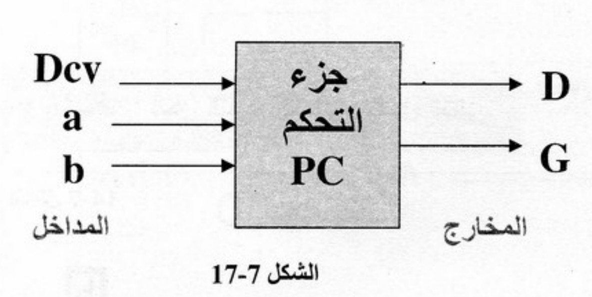
- الملتقطات:
  - a :العربة في اليسار
  - b: العربة في اليمين
- المنفذات:
  - D : ذهاب العربة نحو اليمين
  - G : ذهاب العربة نحو اليسار



الشكل 7-15



الشكل 7-16



الشكل 7-17

5-2/ التعاقبات الموجهة

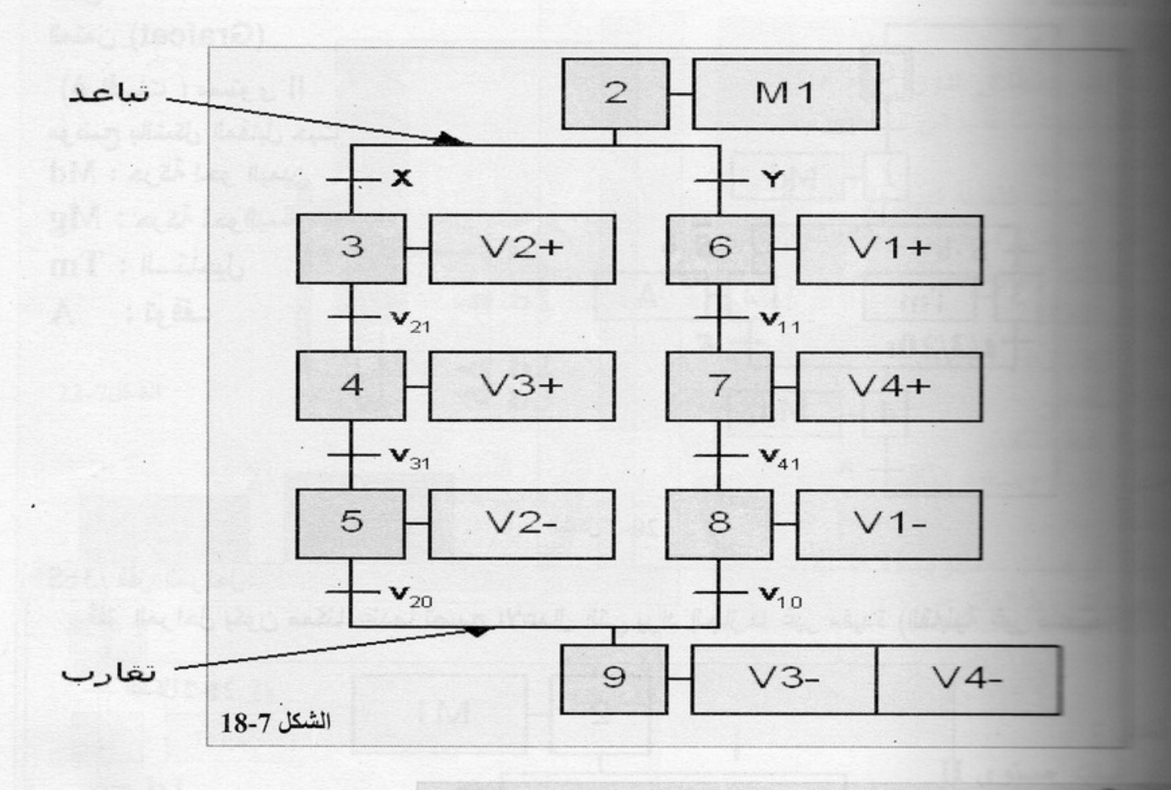
البنية المتناوبة المتباعدة المتقاربة :

- التقارب و التباعد على OU
- التباعد على OU

و يمثل الانتقاء من بين عدة تعاقبات ، رمز الإستقباليات (الانتقاليات) يوضع تحت خط أفقي ، لا يسمح بأن يكون رمز الانتقالية فوق الخط الأفقي ، وهو يمثل بداية التعاقبات المتناوبة.

- التقارب على OU

يتم تمثيل نهاية انتقاء التعاقب برموز الانتقالية و بعدد وجود التعاقبات المشتركة ، لا يقبل أي رمز انتقالية تحت الخط الأفقي أنظر الشكل7-18 .

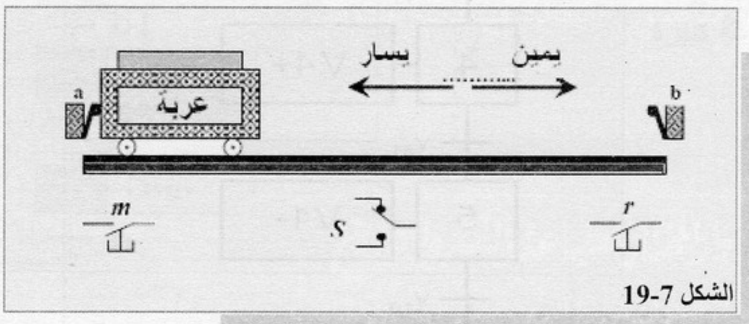


الشكل 7-18

ملاحظات

1. لايمكن أن تكون الإنتقاليتين صحيحتين في نفس الوقت
2. بعد تباعد على OU نجد تقاربا على OU
3. عدد الفروع يمكن أن يكون أكبر مَن 2

نشاط:



الشكل 7-19

دفتر الشروط :

تتحرك عربة من النقطة (a) نحو النقطة (b) (ملتقط a و b) تتم إنطلاق الدورة بالضغط على الزر (m) . فتنطلق العربة إلى النقطة b و تتوقف .

هناك حالتين لإرجاع العربة إلى النقطة a و ذلك حسب وضعية المبدلة S :

الحالة الأولى : S=0 و الضغط على زر الإرجاع r

الحالة الثانية : S=1 ، تنتظر مدة زمنية 20s ثم ترجع آليا إلى النقطة a

المطلوب

أوجد المتمن (Grafcet)

…) مستوى II حسب

دفتر الشروط المقترح

الحل

المتمن (Grafcet)

(غرافسات) مستوى II

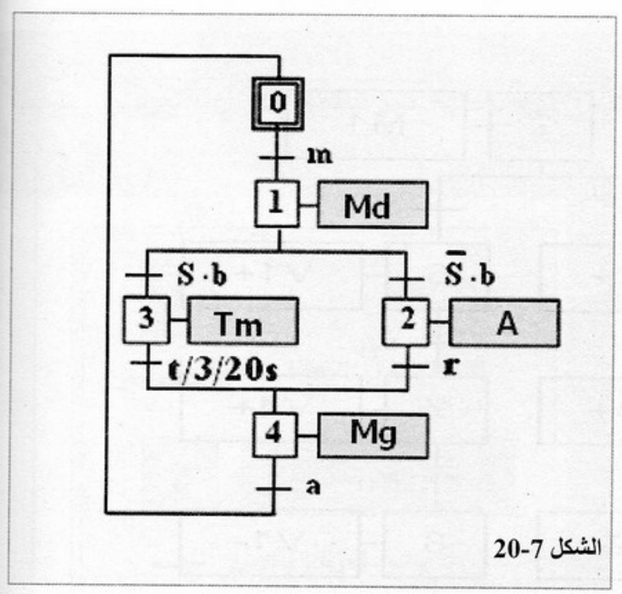
موضح بالشكل المقابل حيث

Md : حركة نحو اليمين

Mg : حركة نحواليسار

Tm : الــتأجيل

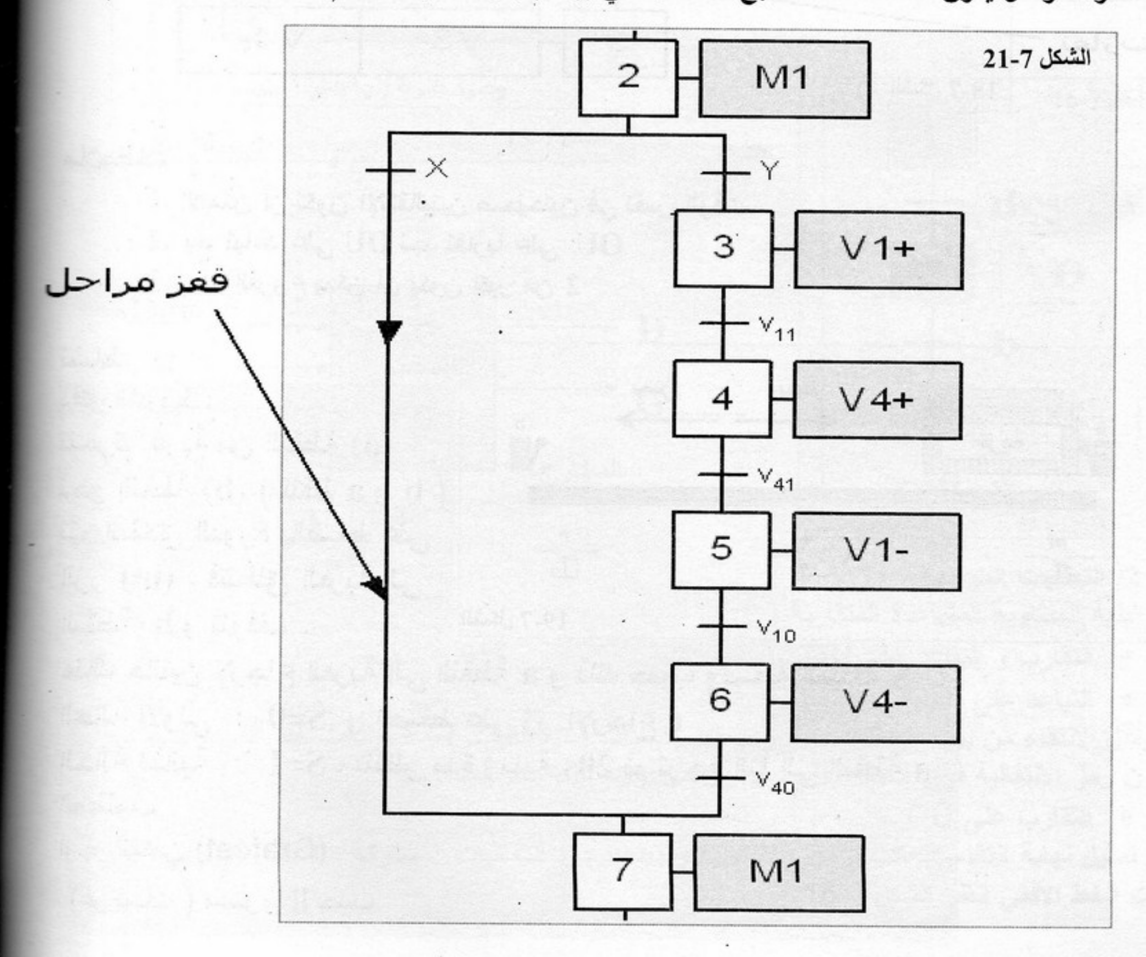
A : توقف



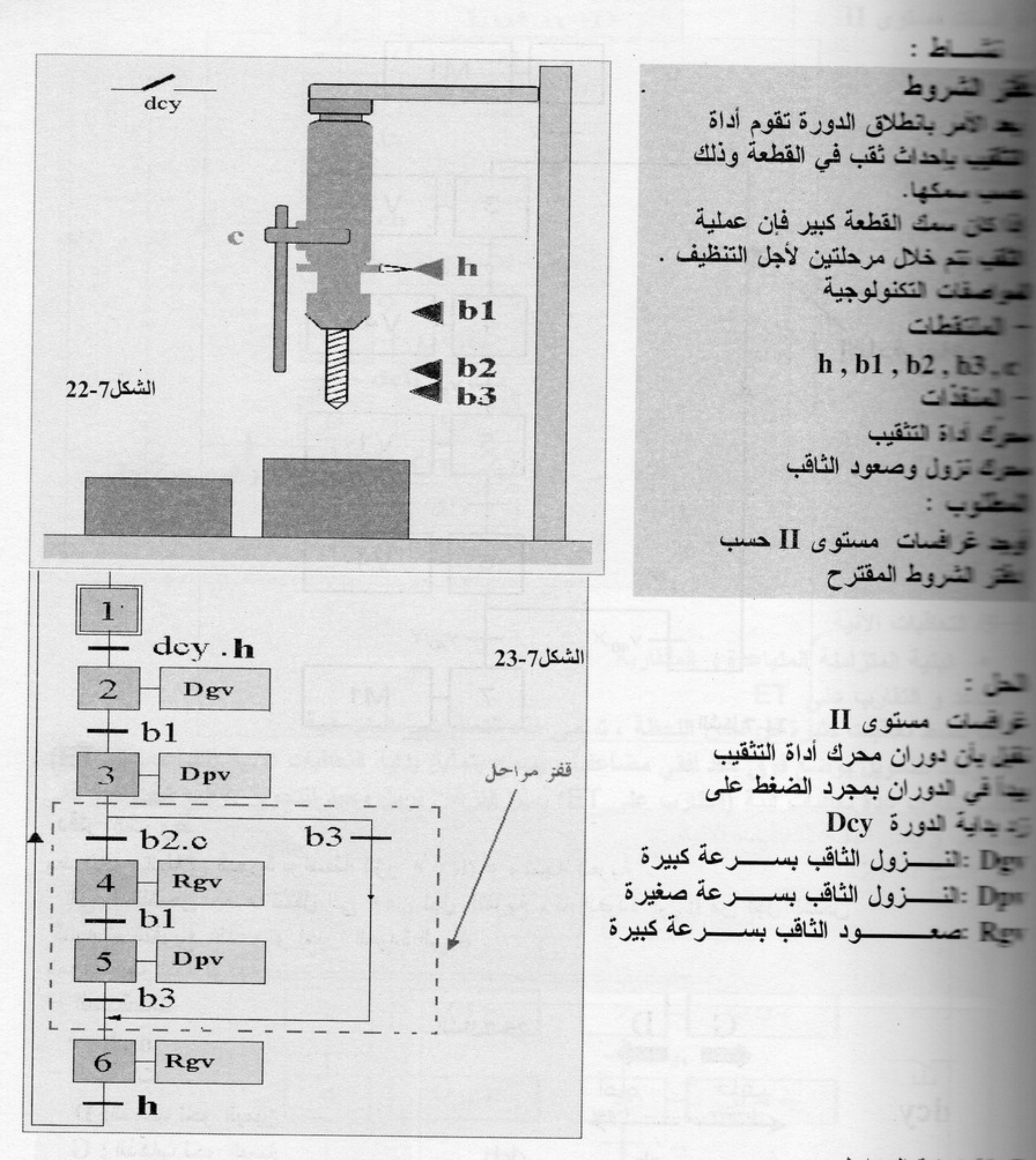
الشكل 7-20

5-3/ قفز المراحل:

قفز المراحل يكون ممكنا عندما تصبح الأعمال التي يراد إنجازها غير مفيدة (القابلية غير صحيحة)



الشكل 7-21



نشـــاط :

قفز الشروط

بعد الأمر بانطلاق الدورة تقوم أداة التثقيب بإحداث ثقب في القطعة وذلك حسب سمكها.

إذا كان سمك القطعة كبير فإن عملية الثقب تتم خلال مرحلتين لأجل التنظيف .

المواصفات التكنولوجية

- الملتقطات

h , b1 , b2 , b3 , c

- المنفذات

محرك أداة التثقيب

محرك نزول وصعود الثاقب

المطلوب :

أوجد غرافسات مستوى **II** حسب قفز الشروط المقترح

الحل :

غرافسات مستوى **II**

نقبل بأن دوران محرك أداة التثقيب يبدأ في الدوران بمجرد الضغط على زر بداية الدورة **Dcy**

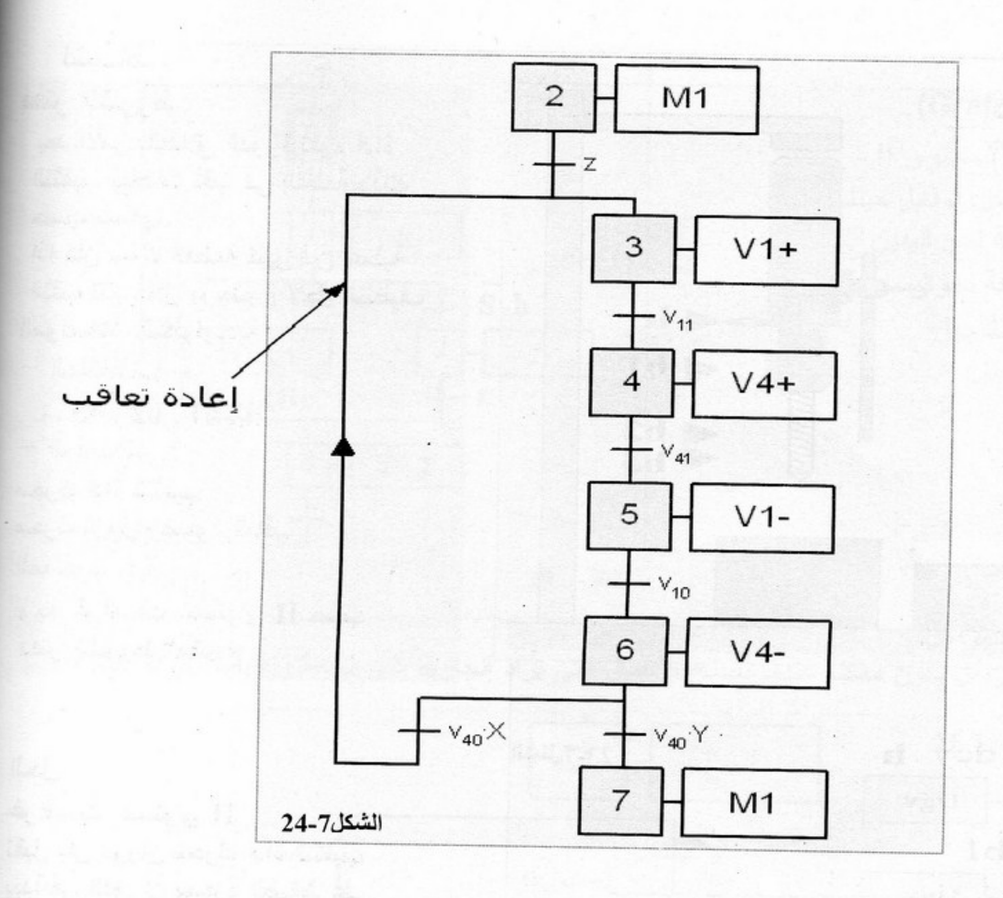
Dgv: النـــزول الثاقب بســـرعة كبيرة

Dpv: النـــزول الثاقب بســـرعة صغيرة

Rgv: صعـــــود الثاقب بســـرعة كبيرة

5-4/ إعادة المراحل

يسمح هذا النوع من البنى بإعادة نفس التعاقب وهذا عندما تكون الأعمال المراد إنجازها متكررة وذلك ما لم يتحقق شرط معين .



الشكل7-24

نشاط :

دفتر الشروط

بعد الأمر بإنطلاق الدورة بواسطة الزر « dcy » ، تتجه العربة إلى b للشحن ،بعدها تنتقل الى c من أجل التفريغ ، ثم العودة الى b من أجل الشحن ثانية ثم التفريغ عند c و أخيرا العودة إلى a .

المواصفات التكنولوجية

- الملتقطات

a , b , c

- المنفذات

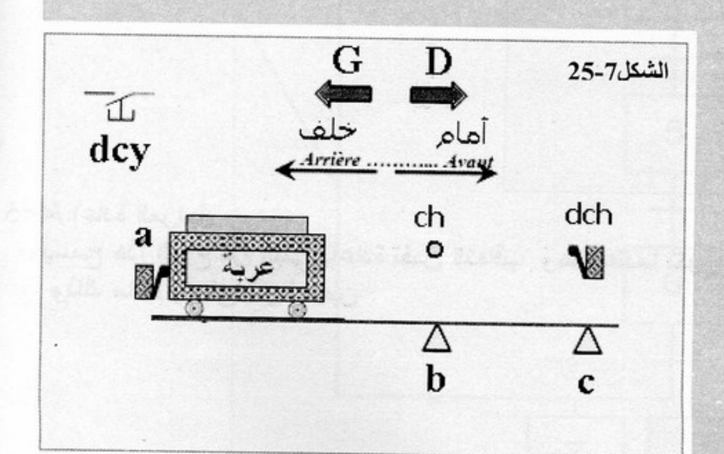
D :الذهاب نحو اليمين .

G : الذهاب نحو اليسار .

CH : الشحن .

DCH : التفريغ .

أوجد غرافسات مستوى II ؟



الشكل7-25

• الحل :
... مستوى II
... للنظام

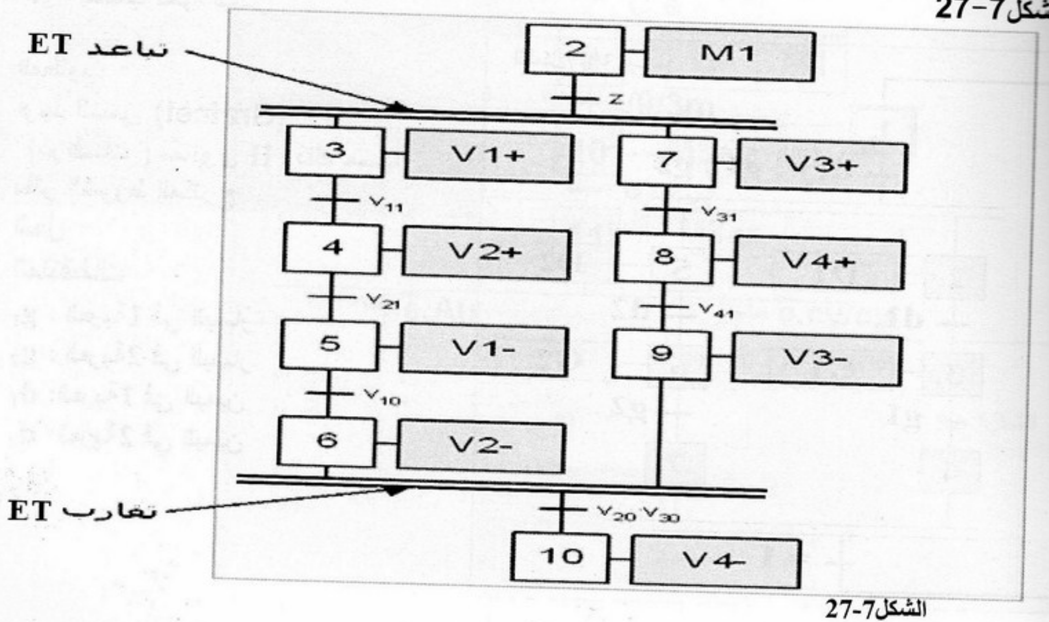
الشكل7-26

5-5/ التعاقبات الآنية

• البنية المتزامنة المتباعدة و المتقاربة

التباعد و التقارب على ET

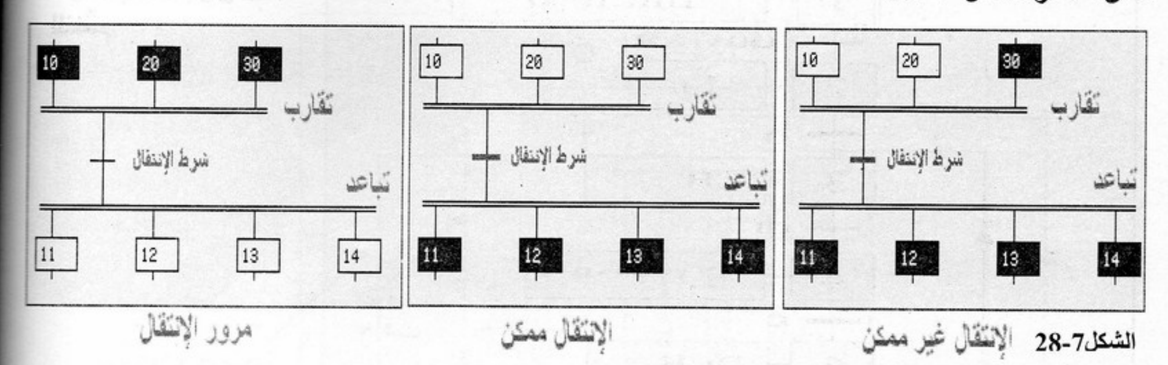
عندما تنشط تعاقبات كثيرة في نفس اللحظة ، تسمى هذه التعاقبات تعاقبات آنية .
رمز وحيد للتحويل يوضع فوق خط أفقي مضاعف ، يسمح بتمثيل بداية التعاقبات الآنية (التباعد على ET) ،
عندما تتقارب عدة تعاقبات آنية (التقارب على ET) يُمثل التزامن برمز وحيد للتحويل يوضع تحت خط أفقي مضاعف و يمثل نهاية التعاقبات الآنية.
انظر الشكل7-27



الشكل7-27

ملاحظة:بعد التباعد علىET نجد تقارب على ET عدد الفروع المتوازية يمكن أن يكون أكبر من 2

مثال: أنظر الشكل 7-28



الشكل7-28

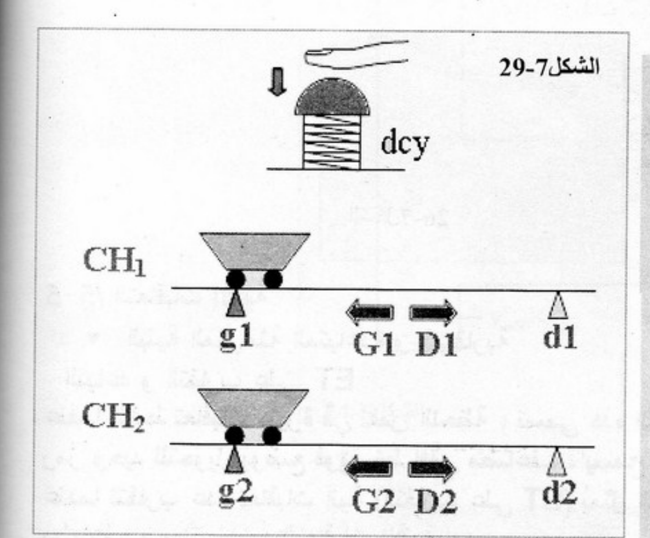
نشاط :

دفتر الشروط

بعد الضغط على زر بداية الدورة تقوم العربتين بدورة ذهاب اياب ، ولا يتم انطلاق دورة جديدة إلا إذا كانت العربتين في أقصى اليسار .

CH_1 : العربة 1

CH_2: العربة 2



المواصفات التكنولوجية

- الملتقطات

g : العربة في اليسار

d :العربة في اليمين

- المنفذات

D : الذهاب نحو اليمين

G : الذهاب نحو اليسار

المطلوب

أوجد المتمن (Grafcet)

(غرافسات) مستوى II وذلك حسب دفتر الشروط المقترح

الحل

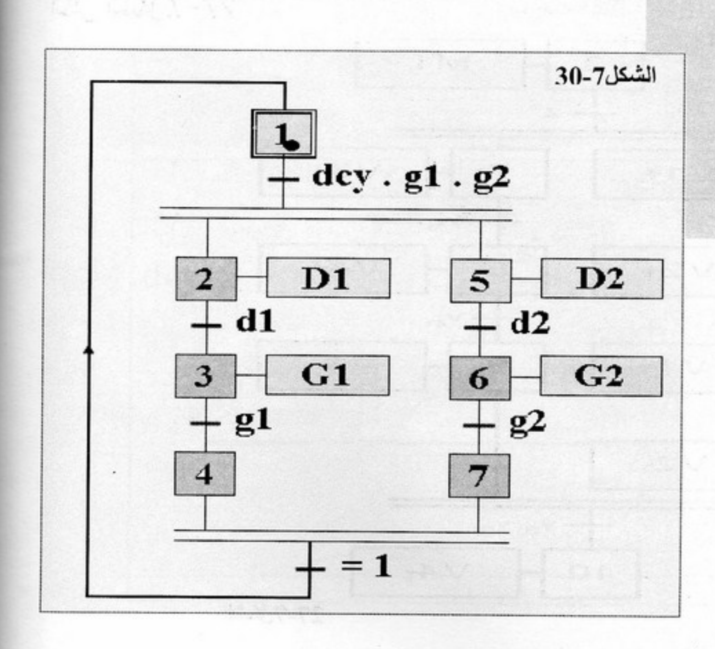
الملتقطات

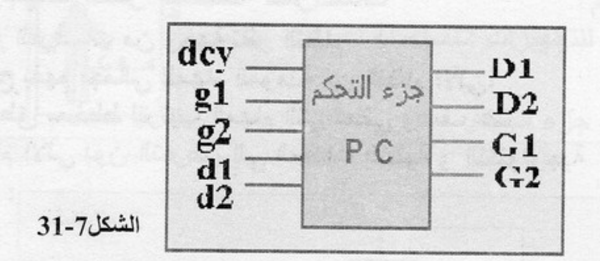
g_1 : العربة1 في اليسار

g_2 : العربة2 في اليسار

d_1 :العربة1 في اليمين

d_2 :العربة2 في اليمين





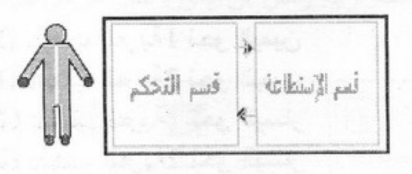
الشكل31-7

D1 : ذهاب العربة1 نحو اليمين
D2 : ذهاب العربة2 نحو اليمين
G1 : ذهاب العربة1 نحو اليسار
G2 : ذهاب العربة2 نحو اليسار
Dcy : زر بداية الدورة

متمن كامل :

الشكل32-7

6) وجهات النظر المختلفة للغرافسات



6-1/ الغرفسات من وجهة نظر النظام

يسمح بفهم إجمالي للمهام المؤمنة من النظام الآلي،
أي يتعلق بمخطط لترتيب المهام التي تعطي وصف عام
للنظام الآلي دون التعرض إلى المعدات التقنية و التكنولوجية

مثال :

الشكل7-33

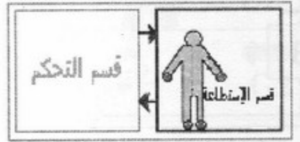
مثال عن غرافسات من وجهة نظر النظام

0
زر التشغيل
1 تحويل
القطعة محولة
2 التصنيع عودة المحول
القطعة مصنعة
3 عودة المصنع
نهاية عودة المصنع

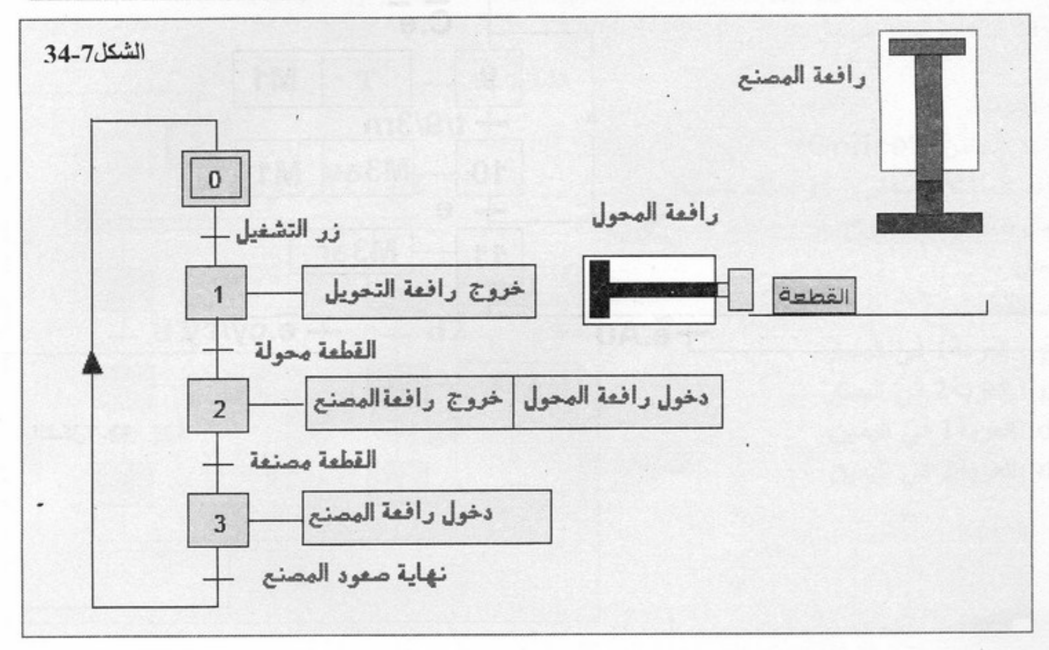
تصنيع
تحويل
Pièce

6-2/ الغرفسات من وجهة نظر الجزء العملي

يصف النظام الآلي و ذلك بإعطاء تعريف تكنولوجي للمكونات العامة مثل تحريك القطعة يتم بواسطة بساط أو رافعة أو يتم يدويا .....



مثال : نتعرض لنفس المثال
السابق و لكن من وجهة نظر الجزء العملي



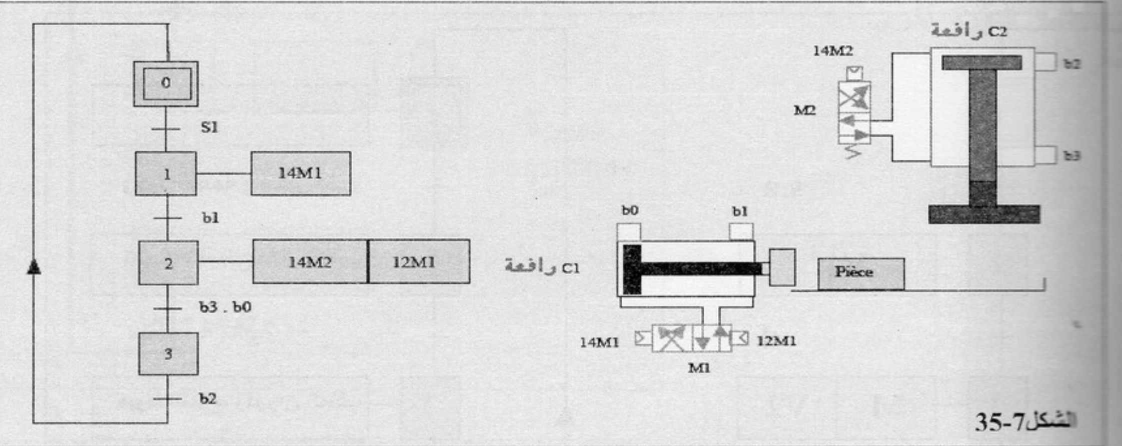
3-6/ الغرافسات من وجهة نظر جزء التحكم



الأخذ بعين الاعتبار الاختيار التكنولوجي للتجهيزات المستعملة

مثال :

نحتفظ بنفس المثال السابق وجهة نظر جزء التحكم



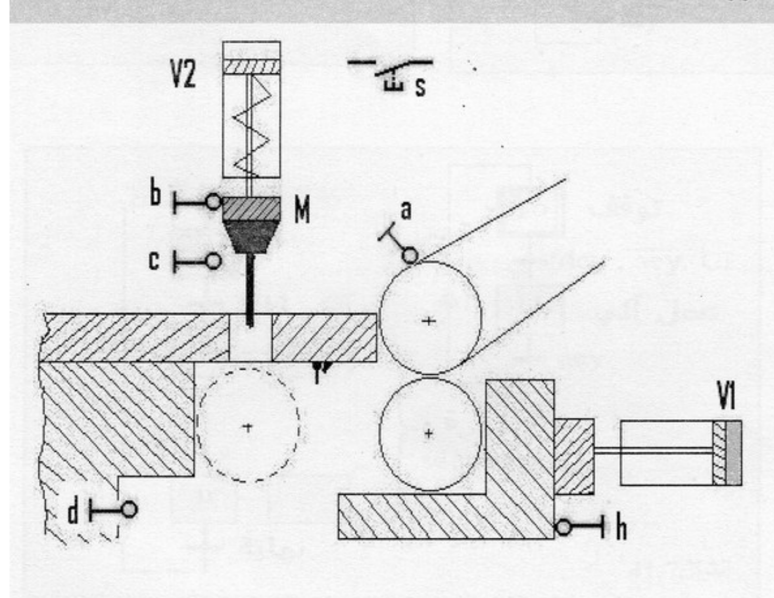
الشكل7-35

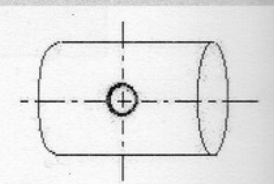
تمرين تطبيقي

مثقب آلـــي

- القطع التي تصل عبر المجرى، تراقب بالتأثيـرات على الملتقـــط (a).
- الدورة تنطلق عندما نضغـــط على الزر (s) وكذلك التأثير
- عل (a)، فيخرج ذراع الرافعة (V1) لتثبت القطعة المراد تثقيبها فيُضغط
- الملمس (d)، فيشتغل المحرك (M) وينزل الساعد بواسطة الرافعة (V2).
- عند نهاية عملية التثقيب يدخل ساق الرافعة (V1) لتحرير القطعة المصنعة، ولتفادي عودة القطعة المثقوبة إلى مكانها, وُضع حاجز لهذا الغرض، فتسقط القطعة وتنتهي الدورة.
- تعاد الدورة إذا شُغلت كل من الضاغطة (s) و الملمس (a) من جديد.

1. أوجـــد غرافســـات (مـــ . ت . مـــ . ن) من وجهة نظر الجزء العملي و وجهة نظر جزء التحكم وذلك حسب دفتر الشروط.





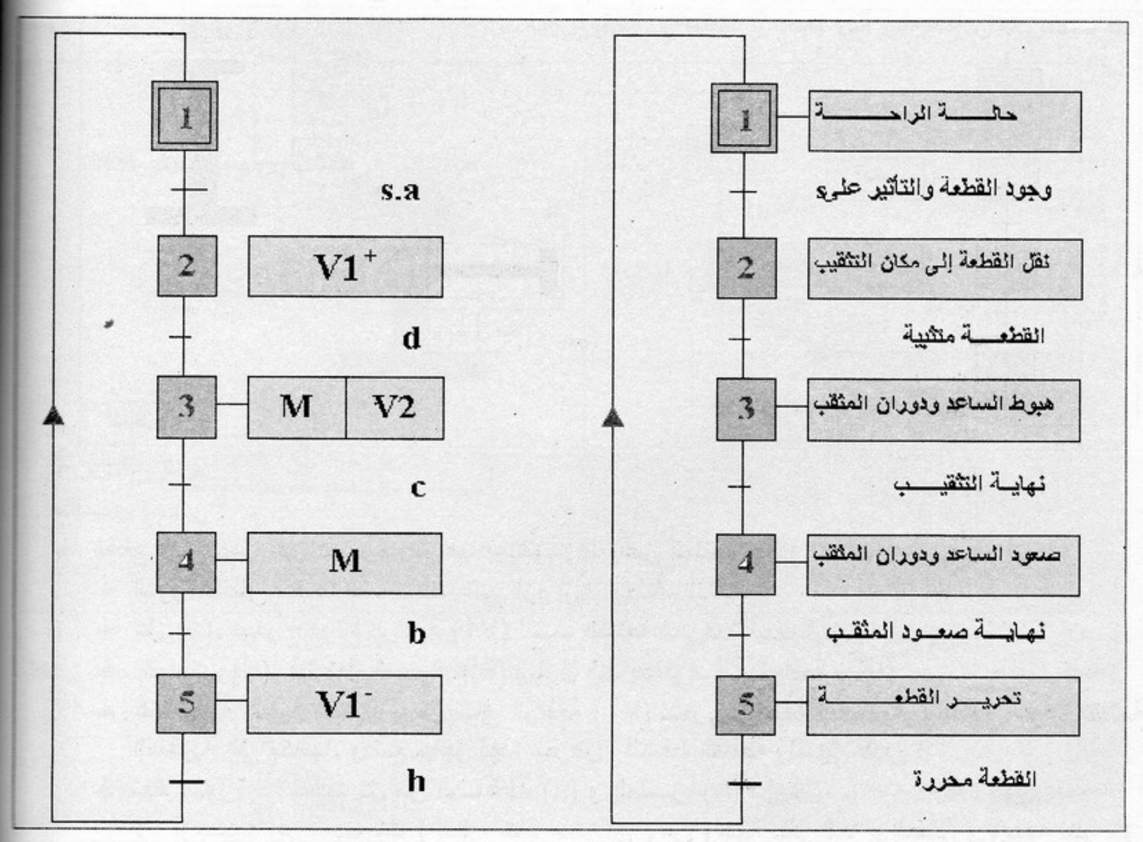
V2 : رافعة أحادية المفعول
V1 : رافعة مزدوجة المفعول

الشكل7-36

الحل :

2. غرافســـات (مـــ . ت . مـــ . ن) من وجهة نظر الجزء العملي و وجهة نظر جزء التحكم وذلك حسب دفتر الشروط.

غرافسات من وجهة نظر الجزء العملي — غرافسات من وجهة نظر جزء التحكم

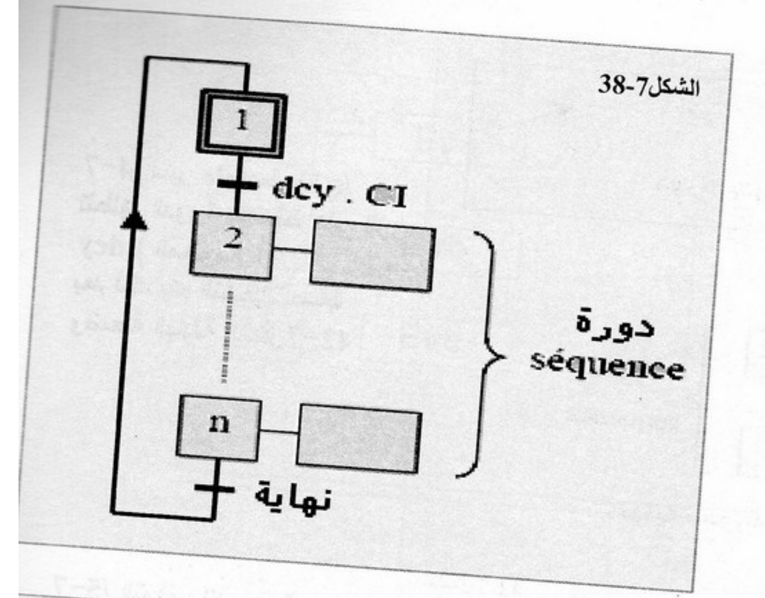


الشكل7-37

7) طرق السير

7-1/ السير دورة بـدورة

تتم الدورة بصفة آلية و لكن يتطلب تدخل المستخدم في كل مرة تريد إنجاز الدورة أخرى.
انظر الشكل 7-38

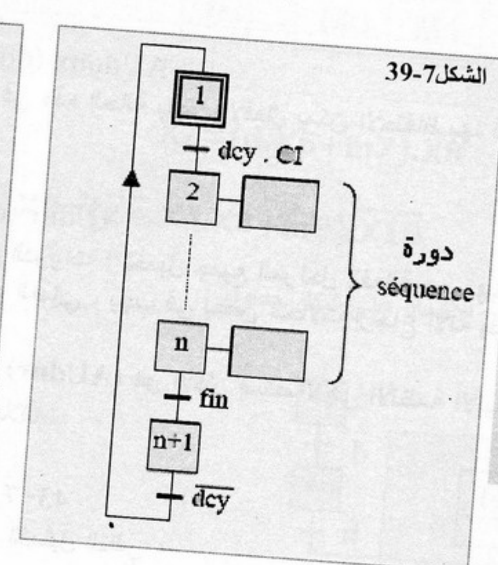


الشكل7-38

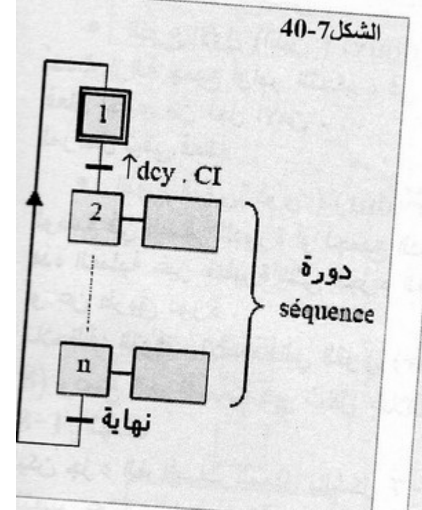
7-2/ الدورة الوحيدة

تتم الدورة مرة واحدة حتى و إن أبقى المستخدم المعلومة حاضرة الشكل7-39 و الشكل7-40.

ملاحظة :
نتحقق من الشرط $\overline{dcy}$ أو $\uparrow dcy$



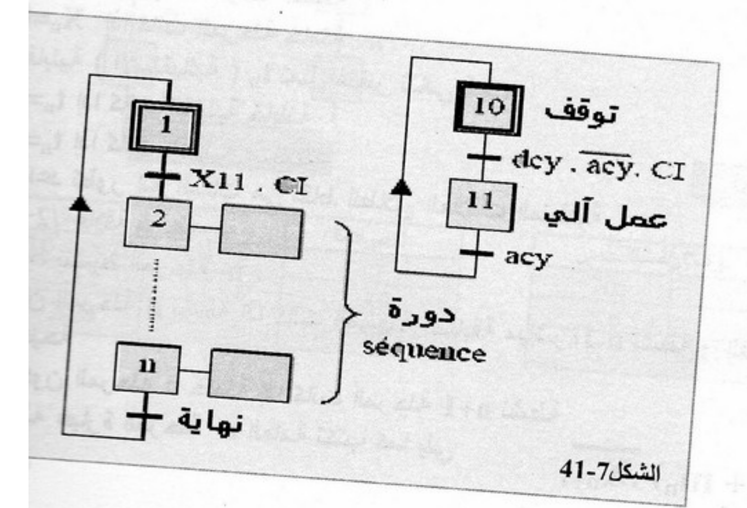
الشكل7-39



الشكل7-40

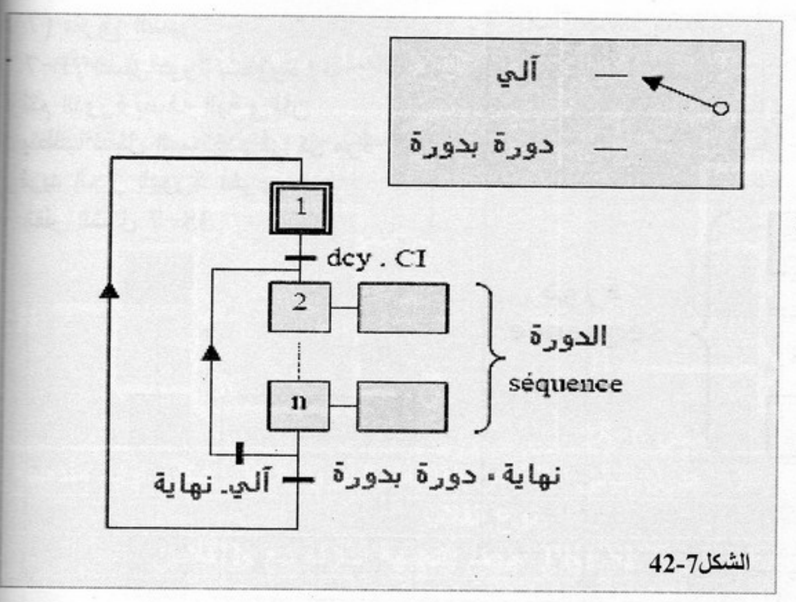
7-3/ تشغيل أو توقيف الدورة

تنطلق الدورة بدون توقف بعد أمر التشغيل dcy إلى أن يُعطى لها الأمر acy (لا يتم التوقف إلا إذا انتهت الدورة) الشكل 7-41



الشكل7-41

7-4/ سير متواصل (آلي)
تنطلق الدورة بالضغط على الزر
dcy (المعلومة)
بعد ذلك يتم التشغيل حسب
وضعية البادلة الشكل7-42



الشكل7-42

7-5/ التوقف الإستعجالي

- النوع الأول (اللين) AUdoux (doux)

يُحدث إزالة جميع أوامر التحكم ، في هذه الحالة بعض الأفعال يمكن الاحتفاظ بها أو تستطيع أن تشتبك مع أفعال أخرى من أجل الأمن .
المراحل تبقى فعالة

- النوع الثاني(قوى) AUdur (dur)

الوضع في الصفر للدورة أو لجميع الدورات : تخميل جميع المراحل الفعالة ، و تهيئة (Init)الدورة إذا كانت هذه العملية غير خطيرة على الجزء العملي ، يجب في بعض الحالات إرجاع الآلة يدويا إلى الوضعية الابتدائية أو عن طريق دورة .
ملاحظة: التوقف الإستعجالي القوي (AUdur) هو الأكثر إستعمالا في الأنظمة الآلية

8) وضع الغرافسات في شكل علاقات

8-1/ الهدف
ليكن جزء الغرافسات الممثل بالشكل 7-43
للتعبير عن نشاط المرحلة n نستعمل التمثيل التالي
$X_n=1$ إذا كانت المرحلة نشطة
$X_n=0$ إذا كانت المرحلة خاملة
القابلية (الاستقبالية) t_n تمثل متغير ثنائي قيمته
$t_n=0$ إذا كانت القابلية خاطئة
$t_n=1$ إذا كانت القابلية صحيحة
قواعد تطور الغرافسات هي نقاط انطلاق العلاقات المنطقية

الشكل7-43

8-2/ علاقة مرحلة
شرط تنشيط المرحلة n :
تكون المرحلة n نشطة إذا كانت المرحلة السابقة مباشرة n-1 نشطة و القابلية صحيحة

$$X_n=X_{n-1}.t_n$$

و تكون المرحلة n خاملة إذا كانت المرحلة n+1 نشطة

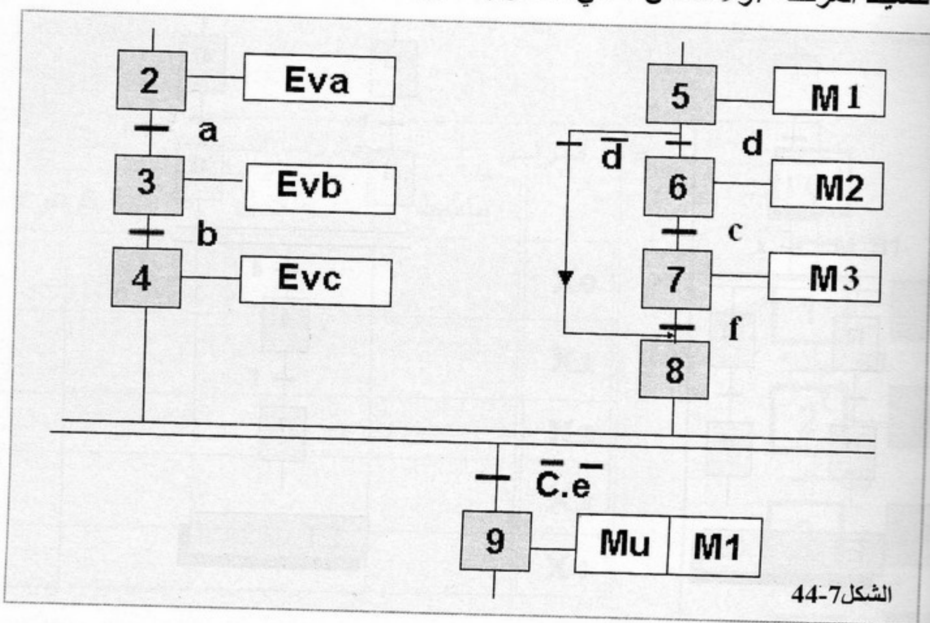
$$X_n=\overline{X_{n+1}}$$

و منه عبارة المرحلة n العامة تكتب كما يلي

$$X_n=(X_{n-1}.t_n+m_n).\overline{X_{n+1}}$$

مثال

وجد معادلة تنشيط المرحلة 7و 9 للمتمن التالي الممثل بالشكل7-44



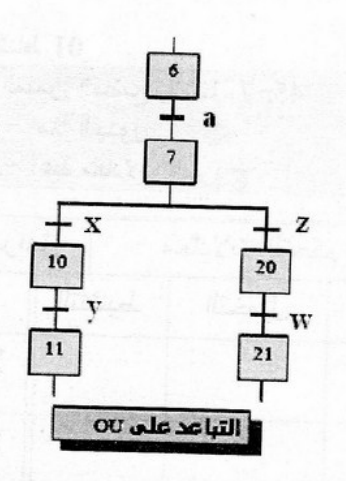
الشكل7-44

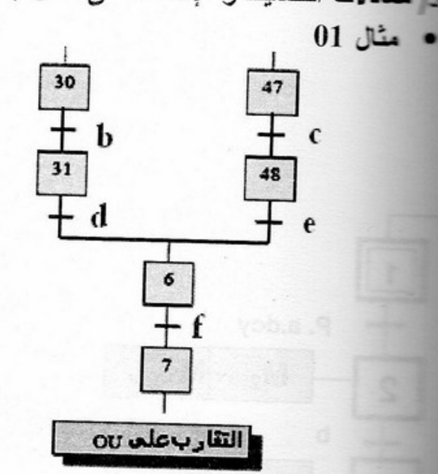
معادلة تنشيط المرحلة7 $X7=(\overline{d}.X6+m7).\overline{X8}$

معادلة تنشيطالمرحلة 9 $X9=(\overline{c}.\overline{e}.X4.X8+m9).\overline{X10}$

3-8 معادلات التنشيط و الإخماد على شكل جداول :

- مثال 01

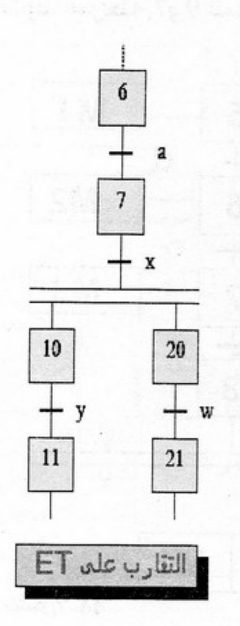




التخميل	التنشيط	المرحلة
X10 + X20	X6 . a	7
X11	X7 . x	10
X21	X7 . z	20

التخميل	التنشيط	المرحلة
X6	X30 . b	31
X6	X47 . c	48
X7	X31 . d + X48 . e	6

• مثال 02



التقارب على ET

التباعد على ET

المرحلة	التنشيط	التخميل
31	X30 . b	X6
48	X47 . c	X6
6	X31 . X48 . d	X7

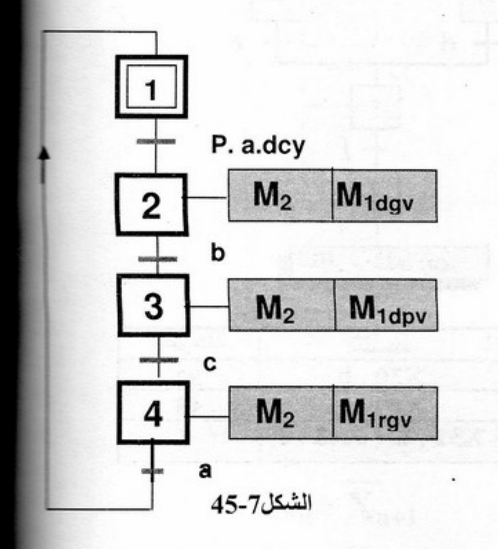
المرحلة	التنشيط	التخميل
7	X6 . a	X10 . X20
10	X7 . x	X11
20		X21

نشاط 01

ليكن المتمن المضح بالشكل 7-45

1- املأ الجدول

2- أعط معادلات الخروج



الشكل7-45

المراحل	معادلات التحكم في المخارج			
	التنشيط	التخميل	محرك	محرك
X_1				
X_2				
X_3				
X_4				

02

... النشاط السابق الشكل 7–46

المراحل	معادلات التحكم في المخارج			
	منشط	مخمل	الرافعة A	الرافعة B
X_0				
X_1				
X_2				
X_3				
X_4				

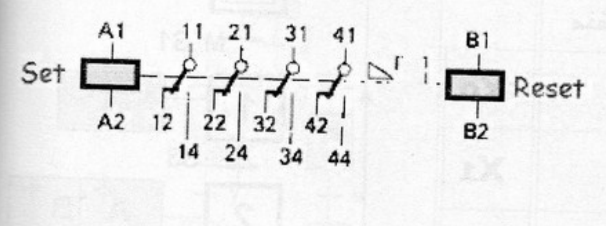
0
M .S1
1 A+
S3
2 A+ B−
S5
3 B−
S4
4 A−
S1

الشكل 7-46

9) تجسيد الغرافسات

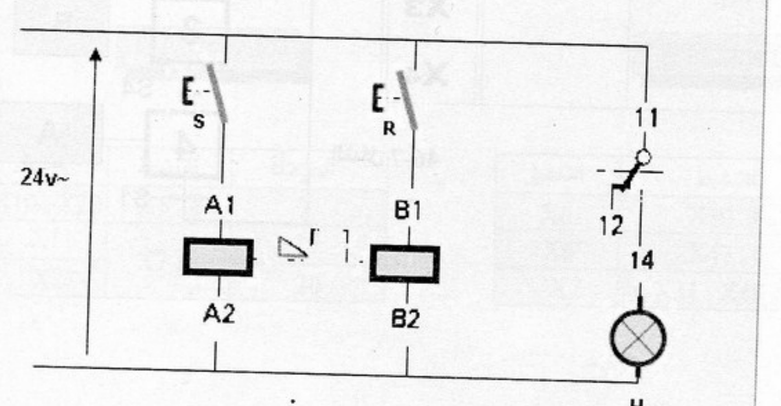
9-1/ التكنولوجية الكهربائية

- المقياس الكهربائي: عبارة عن مرحل ثنائي الاستقرار (بذاكرة) بتشبيك ميكانيكي ، و هو يحتوي على وشيعتين الأولى للتنشيط و الثانية للتخميل (**Set-Reset**) أنظر الشكل 7-47



الشكل7-47

- مبدأ العمل :عند تنشيط الوشيعة **Set** يؤدي ذلك إلى غلق المماسات المفتوحة و فتح المماسات المغلوقة ، تبقى هذه الوضعية على هذه الوضعية ما لم تصل المعلومة إلى الوشيعة **Reset**



الشكل7-48

S=1
يشتعل المصباح
S=0
ينطفئ المصباح

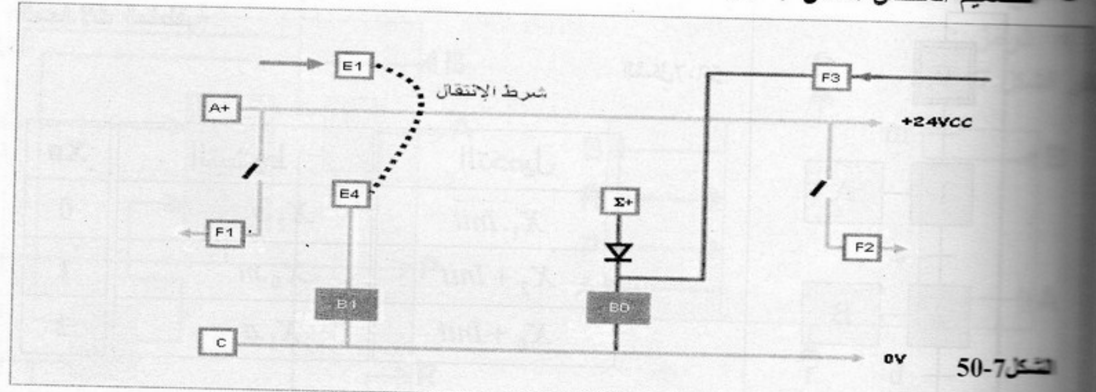
- بنية مقياس المرحلة الكهربائي

وهو يمثل مرحلة واحدة من مراحل الغرافسات الشكل 7-49



الشكل7-49

• التصميم المفصل الشكل 7-50



الشكل7-50

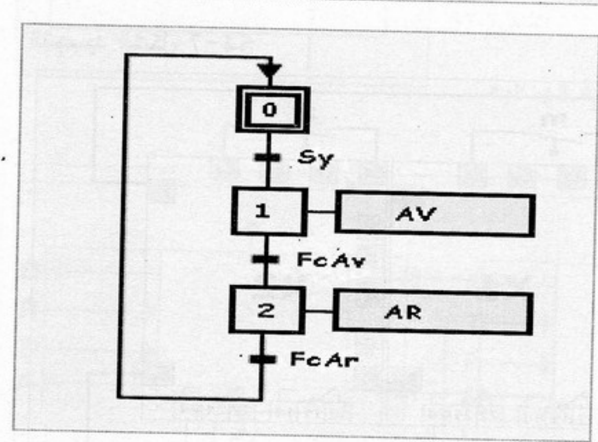
مثال01

التحكم في محرك عربة ذو اتجاهين للدوران

AV الذهاب نحو الأمام

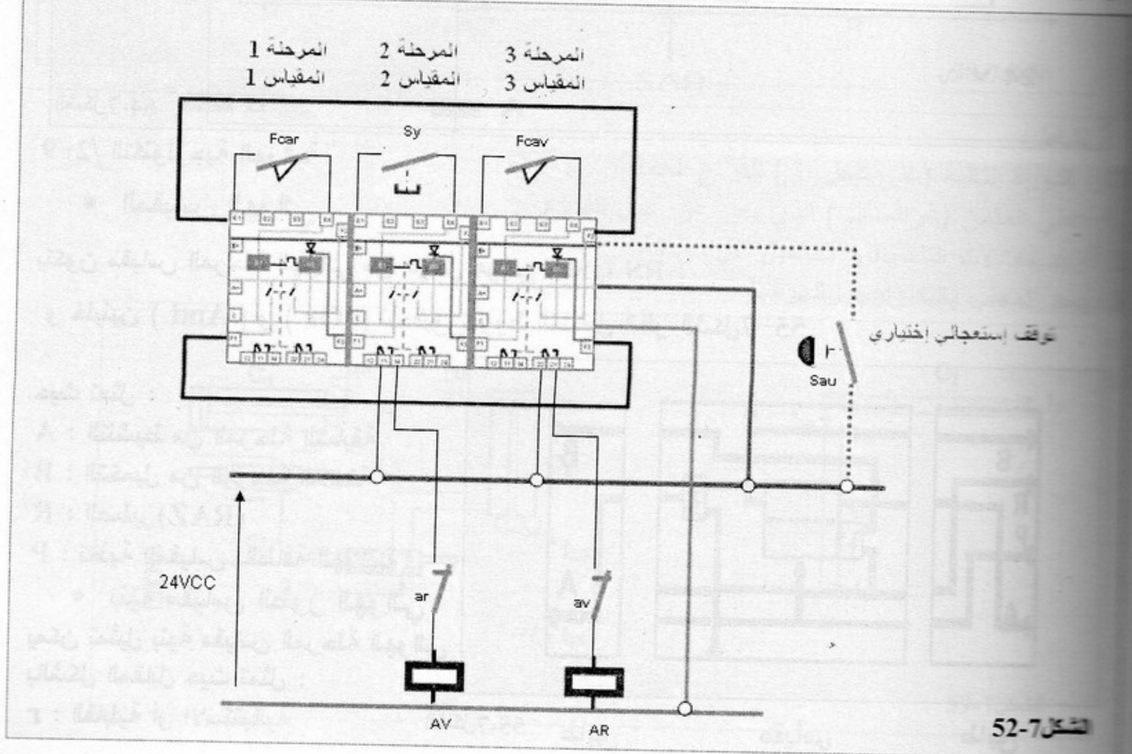
AR الذهاب نحو الخلف

Sy زر التشغيل



الشكل7-51

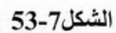
التجسيد الشكل 7- 52



الشكل7-52

مثال02: غرافسات بتعاقب وحيد الشكل7-53

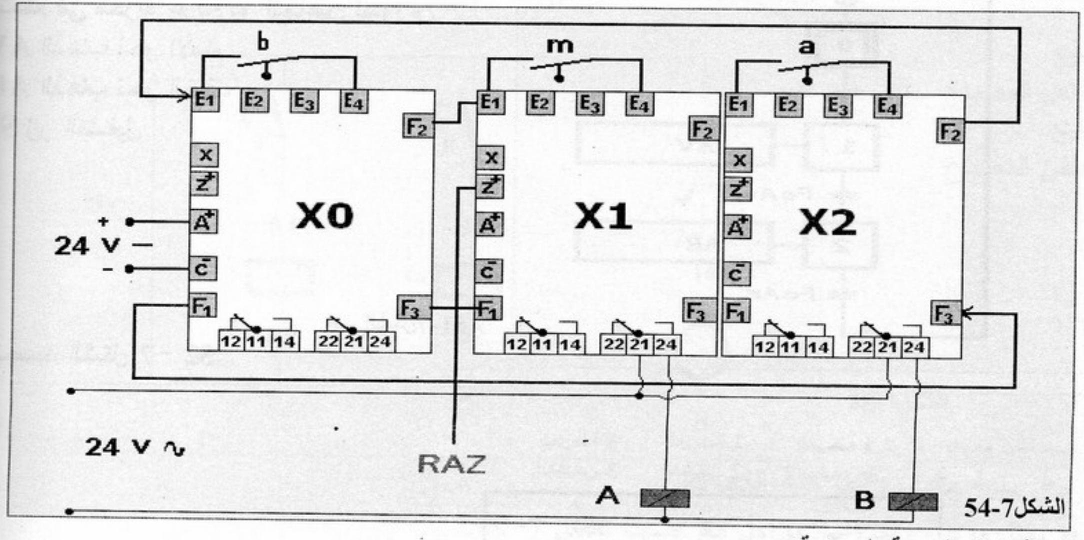
المعادلات المنطقية



الشكل7-53

Xn	التنشيط	التخميل
0	$X_2.b$	$X_1.\overline{Init}$
1	$X_0.m$	$X_2 + Init$
2	$X_1.a$	$X_0 + Init$

التجسيد الشكل 7-54



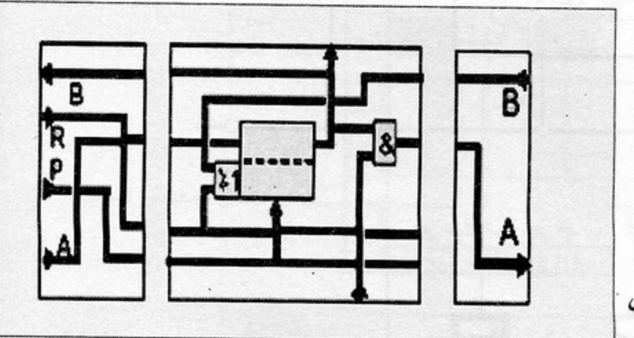
الشكل7-54

9-2/ التكنولوجية الهوائية

- المقياس الهوائي

يتكون مقياس المرحلة الهوائي من مرحل هوائي (قلاب RS)

و خليتين (And) و (Or) لتحقيق شروط التشغيل أنظر الشكل7-55



الشكل7-55

حيث تمثل :

A : التنشيط من المرحلة السابقة

B : التخميل من المرحلة اللاحقة

R : الصفير(RAZ)

P : تغذية المقياس بالطاقة الهوائية

- بنية مقياس الطور الهوائي

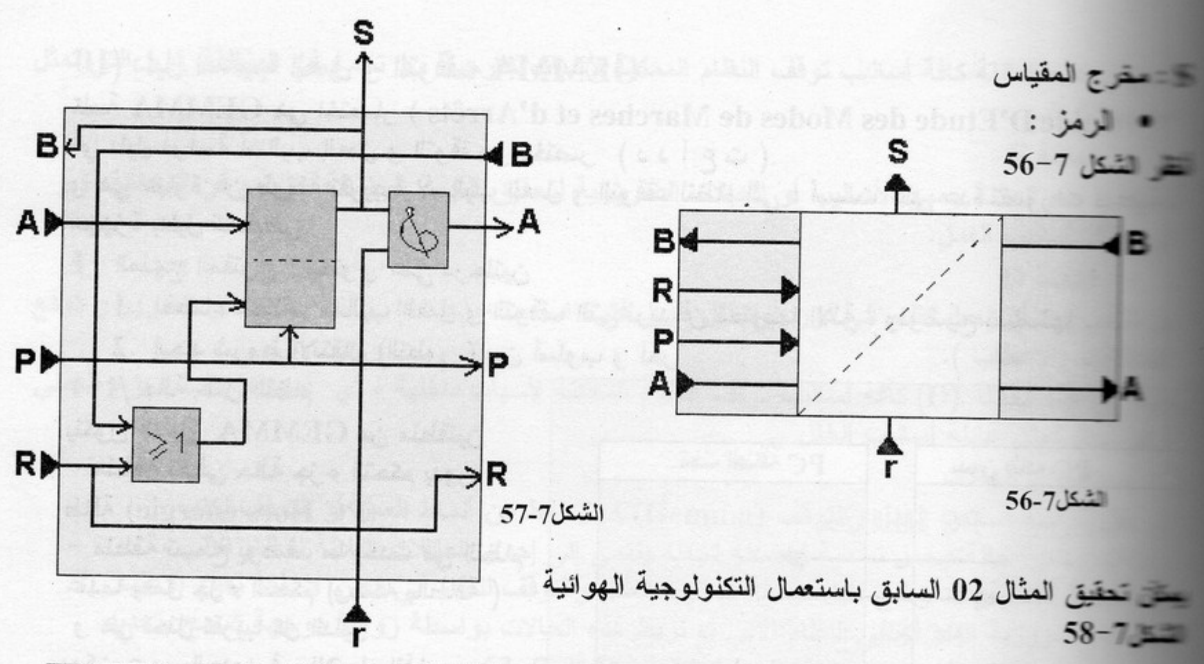
يمكن تمثيل بنية مقياس المرحلة الهوائي بالشكل المقابل حيث تمثل :

r : القابلية أو الاستقبالية

- مخرج المقياس

- الرمز :

انظر الشكل 7-56

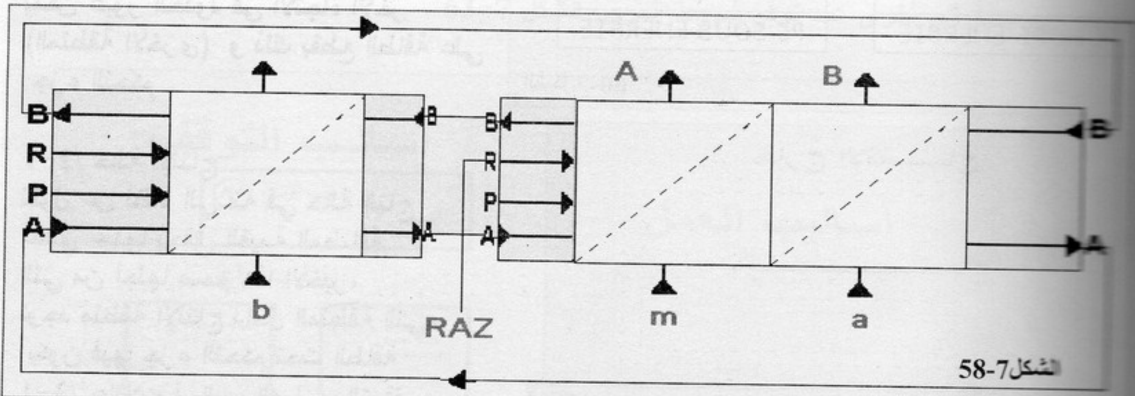


الشكل7-57

الشكل7-56

يمكن تحقيق المثال 02 السابق باستعمال التكنولوجية الهوائية

الشكل 7-58



الشكل7-58

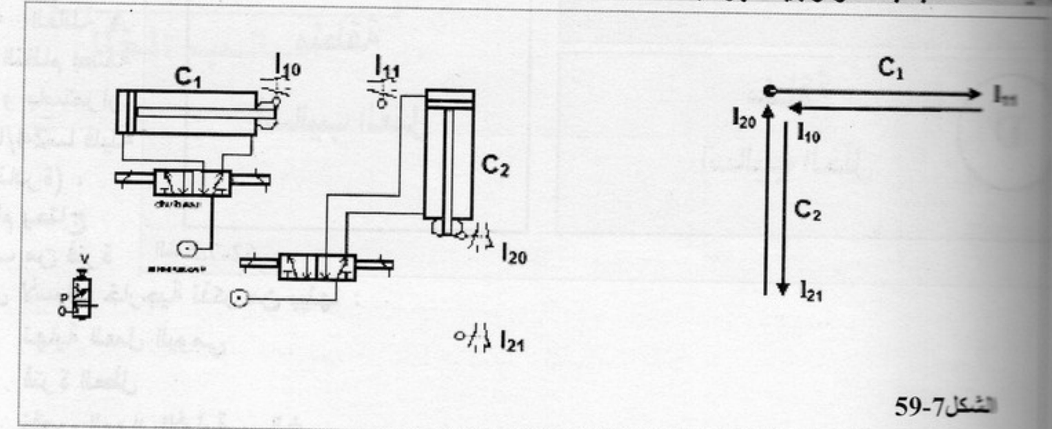
نشاط :

تمثل الدورة التالية (على شكل L) للذراع العاملة

1- أعطي المتمن (غرافسات) الذي يعبر عن عمل الذراع

2- أوجد معادلات التنشيط و التخميل لكل مرحلة

3- جسد المعقب بالتكنولوجيا الهوائية



الشكل7-59

10) دليل أساليب العمل و التوقف GEMMA

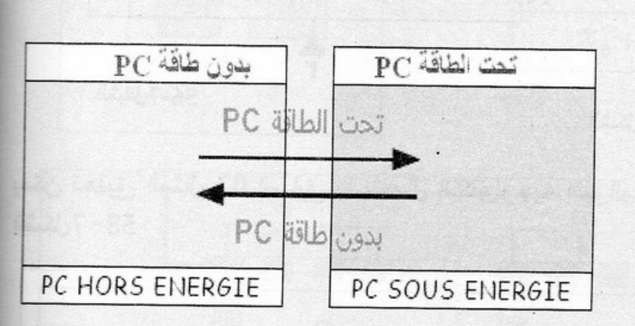
كلمة GEMMA هي اختصار (Guide D'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts)
أي دليل دراسة أساليب العمل و التوقف و تختصر (د د أ ع ت)
و هي عبارة عن طريقة تقريبية لأساليب العمل و التوقف لنظام آلي ، أسست على عدة تصورات قاعدية ، مجهزة بدليل تخطيطي.

1- المنهج المقترح : يحتوي على مرحلتين

1. إحصاء مختلف أساليب العمل و التوقف التي نريد أن تحتويها الآلة ، وتوضيح تسلسلها .
2. إيجاد شروط الانتقال (التطور) بين أسلوب و آخر

1-1/ حالة عمل النظام

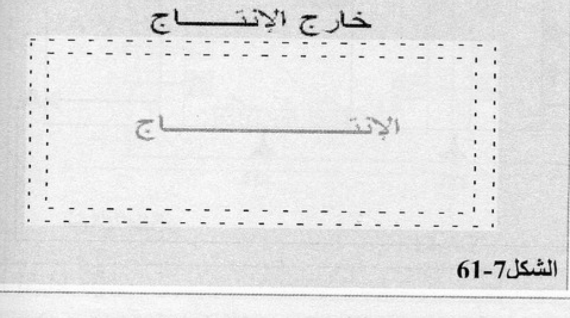
يتكون الدليل GEMMA من منطقتين
- منطقة تكافئ حالة جزء التحكم بدون طاقة (PC Hors énergie)
- منطقة تسمح بوصف ما يحدث في النظام عندما يعمل جزء التحكم (وصله بالطاقة) و هي تحتل تقريبا كل الدليل
يمكن عبور الحدود في الاتجاه الآخر (المنطقة الأخرى) و ذلك بقطع الطاقة على جزء التحكم



الشكل7-60

1-2/ حالة الإنتاج

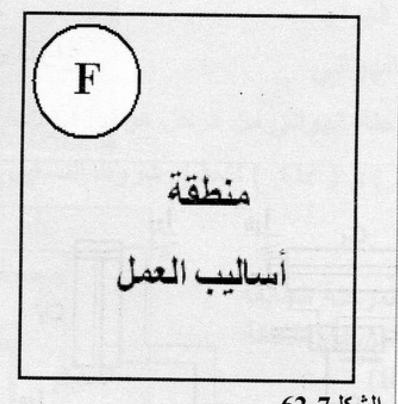
نقول عن نظام آلي أنه في حالة إنتاج عادي عندما يحقق القيمة المضافة التي من أجلها صمم هذا الأخير،
توجد منطقة الإنتاج داخل المنطقة التي يكون فيها جزء التحكم تحت الطاقة



الشكل7-61

1-3/ عائلات أساليب العمل و التوقف

يمكن تصنيف ثلاث أكبر عائلات خاصة بأساليب العمل و التوقف لنظام آلي



الشكل7-62

- العائلة A

عمل النظام بصفة آلية و باستمرار 24سا/24سا قليلة جدا (نادرة) ، فالنظام يحتاج للتوقف من فترة لأخرى لأسباب خارجية نذكر من بينها :

- نهاية العمل اليومي
- فترة العطل
- نقص المواد الأولية ، إلخ...

تضع في هذه العائلة كافة أساليب توقف النظام الممكنة لأسباب خارجية ، و تُجمع في المنطقة A و التي تمثل أساليب التوقف.

- العائلة F

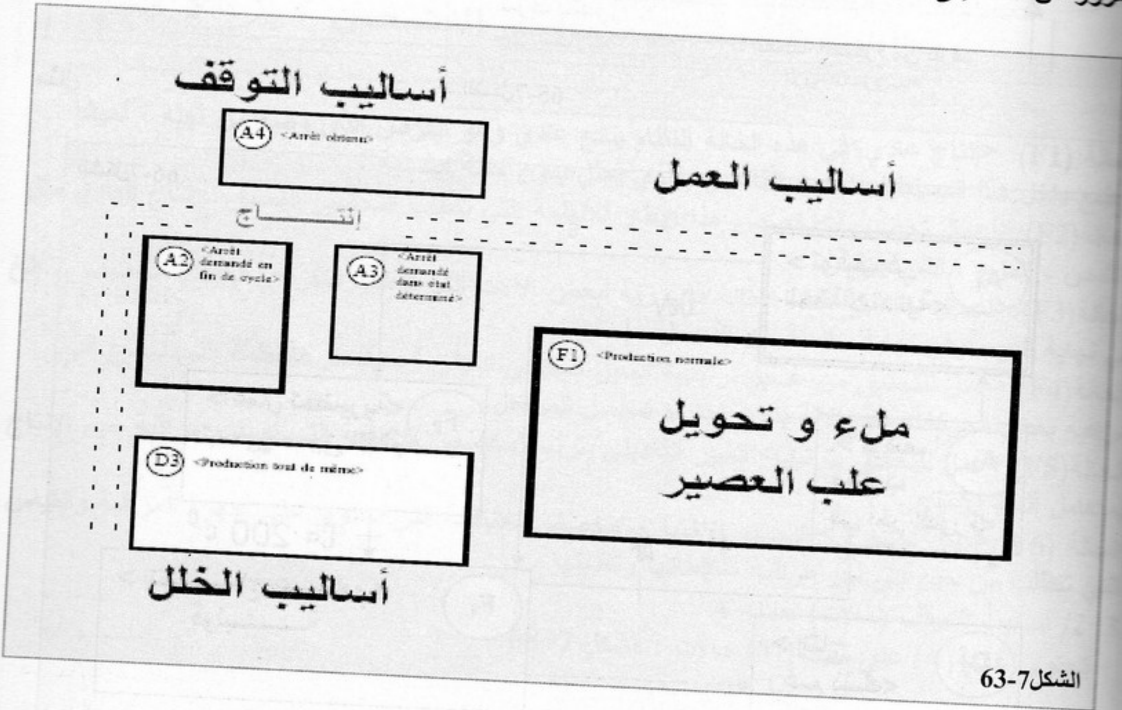
تضع في هذه العائلة جميع الأساليب أو الحالات الضرورية لتحقيق القيمة المضافة ، تجمع في المنطقة F و التي تمثل أساليب العمل.

- العائلة D

من النادر جدا أن يعمل نظام آلي دون أي خلل طوال فترة استعماله (حياته) ، لذلك يصبح من الضروري توقع الاختلالات (الإعطاب).
تضع في هذه العائلة (D) كافة أساليب توقف النظام الممكنة لأسباب داخلية ، أي أسباب عطب الجزء العملي وهي بذلك تمثل عائلة أساليب الخلل .

2- مستطيلات الحالات

في دليل دراسة أساليب العمل والتوقف (Gemma) كـل نمط من أنماط العمل أو التوقف يكتب داخل<مستطيل-حالة>يحمل تسمية واضحة تجعله ينتمي إلى إحدى العائلات الثلاثة للنظام الآلي ، من الناحية العلمية عند وضع دليل دراسة أساليب العمل والتوقف لنظام آلي معين لا نأخذ بعين الاعتبار إلا الحالات الضرورية المُعرفة في النظام الآلي ثم نربط هذه الحالات بواسطة روابط موجهة تسمح بتحديد المرور من حالة إلى أخرى عند توفر شروط المرور الشكل 7-63 .



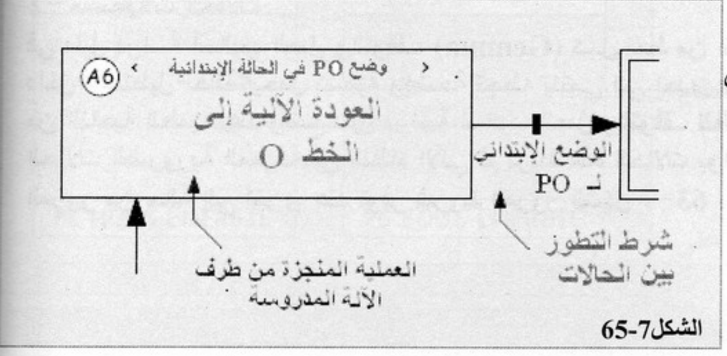
الشكل7-63

2-1/ مثال عن مستطيل – حالة
A6 هو معلم مستطيل الحالة ، **A**
تدل على أن الحالة المعنية تنتمي
إلى أساليب التوقف ، الإمكانيات
الرئيسية للروابط الموجهة من حالة
إلى أخرى تظهر بخطوط متقطعة
الشكل 7–64

الشكل7-64

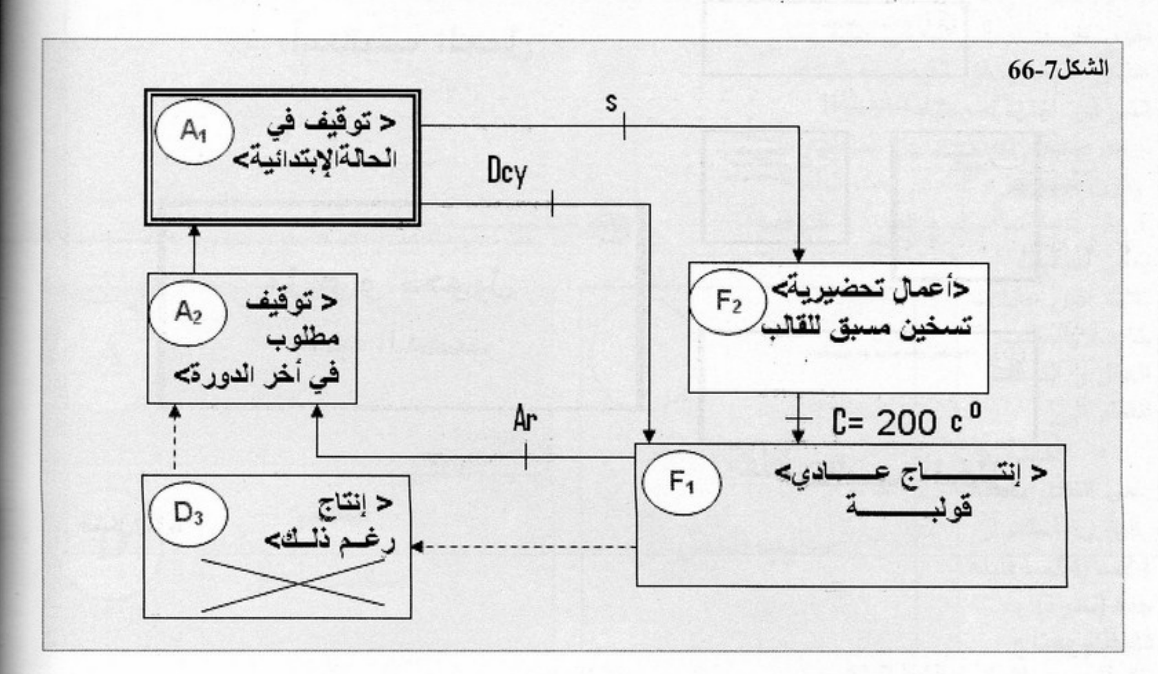
معلم لـ مستطيل حالة أسلوب التوقف
A6 > وضع PO في الحالة الإبتدائية <
الإشارة للوضع في الحالة الإبتدائية
رابطة مع حالة أخرى

2-2/ استعمال مستطيل حالة
مستطيل الحالة المأخوذ يملئ كتابيا، أي
تحديد العملية المنجزة من طرف الآلة
المدروسة ، و نحدد الروابط الموجهة
و شروط الانتقال أو المرور .
الشكل 7–65



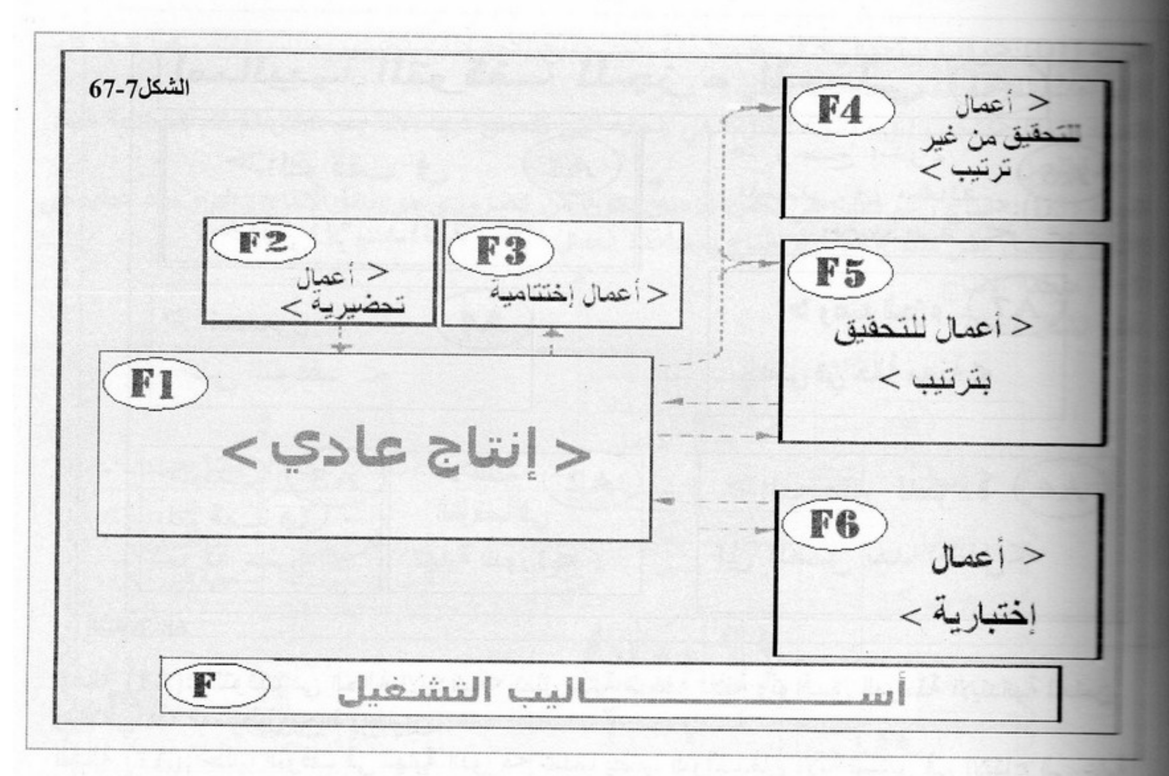
الشكل7-65

مثال



الشكل7-66

3– تعريف حالات العمل و التوقف
3-1/ أساليب (حالات) العمل العائلة **F**
تحتوي العائلة (F) على ستة (06) حالات : الشكل 7–67



حالة (F1): <إنتاج عادي>في هذه الحالة النظام ينتج عادي وهو الغرض الذي وضع من أجله ، أحيانا يوضع داخل هذا المستطيل المتمن القاعدي والذي يُمثل بدون حالة ابتدائية .

حالة(F2):<أعمال تحضيرية>يخصص هذا الإطار للأنظمة التي تتطلب التحضير المسبق للإنتاج العادي مثل الشحن ، الملء ، التسخين".

حالة(F3):<أعمال إختتامية>هذه الحالة ضرورية لبعض الآلات التي تتطلب التفريغ ،المسح ،التنظيف ...إلخ في نهاية اليوم أوفي نهاية سلسلة من الأعمال.

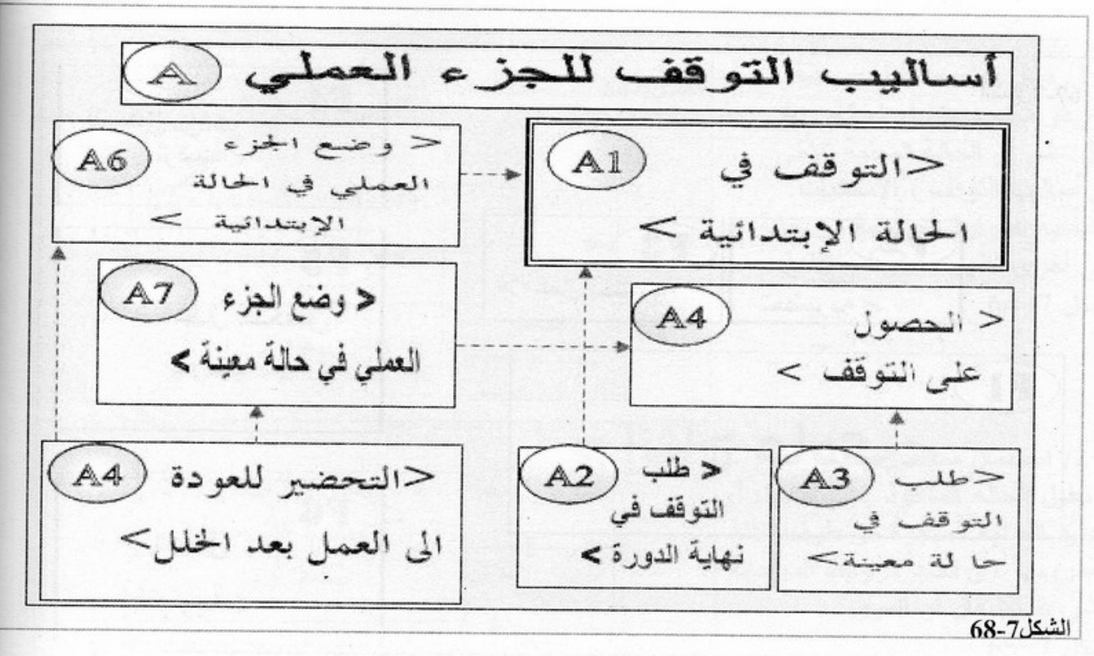
حالة(F4):<عمل للتحقيق من غـــير ترتيب>"السير ألتعديلي الكيفي " مخصص للأنظمة إلتي تحتاج الى مراقبة بعض الحركات على الآلة بدون احترام تسلسل المراحل

حالة(F5):<عمل للتحقيق بترتيب>"السير ألتعديلي بترتيب"مخصص للأنظمة التي تستلزم مراقبة سير الإنتاج يستعمل أثناء الإنتاج .

حالة (F6):<عمل اختباري>"الســـير الاختباري"مخصص للأنظمة التي تحتوي على أجهزة المراقبة والقياس التي تتطلب من حين إلى آخر مراقبة ملتقطاتها وتعديلها .

2-3/ أساليب التوقف (حالات) لعائلة A

تحتوي عائلة(A) على سبعة(07) حالات : الشكل 7–68



الشكل7-68

الحالة (A1):<التوقف في الحالة الابتدائية> تمثل حالة الراحة للآلة وتوافــق المرحلة الابتدائية للمتمن وبالتالي هذا المستطيل يحاط بإطارين.

الحالة (A2):<طلب التوقف في نهاية الدورة> عندما يطلب التوقف,فإن الآلة تستمر في الإنتاج إلى غاية نهاية الدورة ثم يتم التوقف إذنA2 هي حالة انتقالية لــ:A1.

الحالة (A3):<طلب التوقف في حالة معينة> الآلـــة تستمر في الإنتاج إلى غاية التوقف في وضعية ليست بنهاية الدورة إذنA3 هي حالة انتقالية لــ:A4.

الحالة (A4):<الحصول على التوقف>تتوقف الآلـــة في وضعية ليست بنهاية الدورة

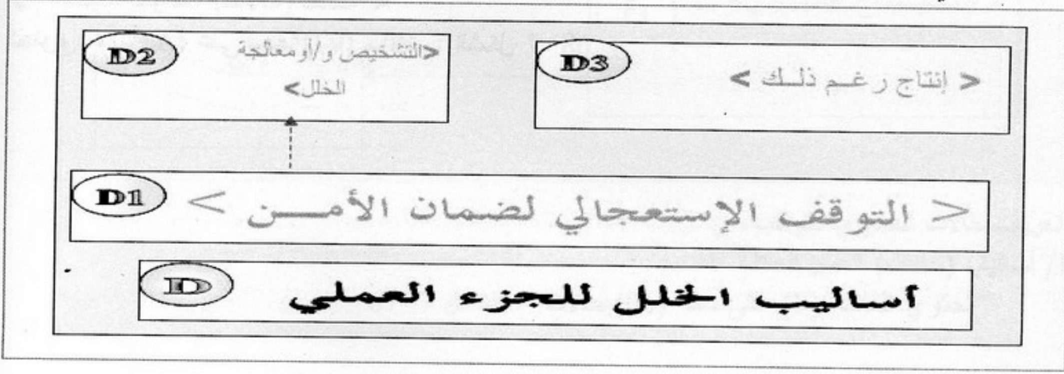
الحالة (A5):<التحضير لإعادة التشغيل بعــد الخلل> في هذه الحالة ننجز العملــيات التالية"التنظيف,التحرير...إلخ"وهي العمليات الضرورية لإعادة الآلـــة إلى العمل بعد حدوث خلل معين .

الحالة (A6):<وضع الجزء العلمي"P.O"في الحالة الابتدائية> هي الحالة التي يتم فيها إعادة الجزء المنفذ (العلمي) يدويا أو آليا إلى وضعيته الابتدائية لإعادة التشغيل من هذه الوضعـــية.

الحالة (A7):<وضع الجزء العلمي"P.O"في حالة معينة>في هذه الحالة يتم إعادة الجزء العلمي إلى وضعية معينة قصد إعادة التشغيل من هذه المرحلة.

3-3/ أساليب (حالات) العائلة D:

تحتوي عائلة أساليب الخلل على ثلاثة (03) حالات وهي:



الشكل7-69

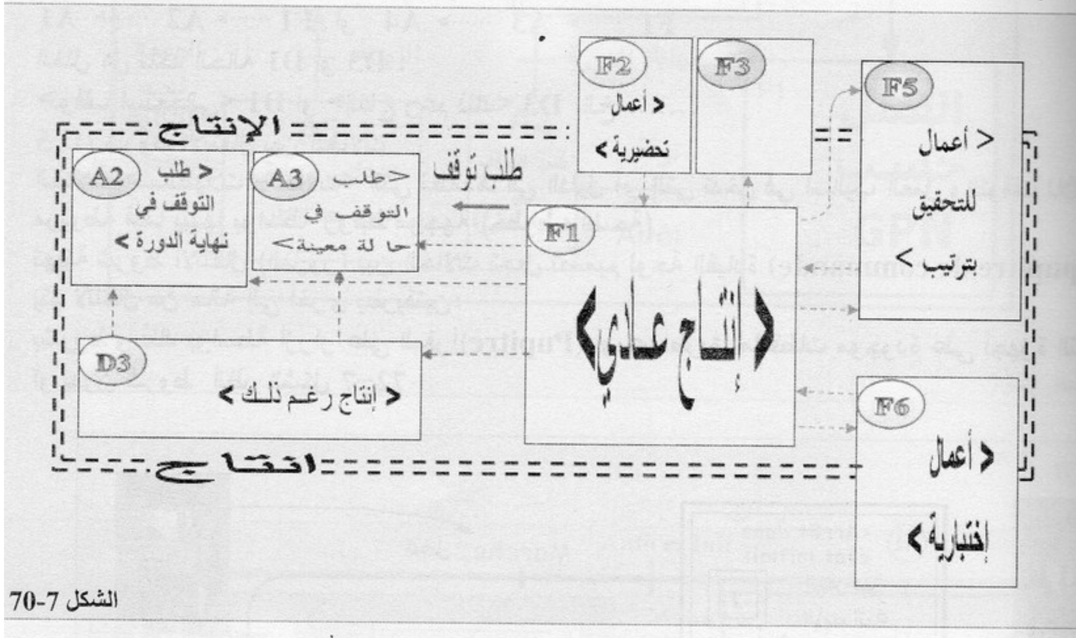
الحالة (D1):<توقف استعجالي> في هذه الحالة تتخذ جميع الاحتياطات الضرورية للتوقفات ، كما تتخذ كل الإجراءات اللازمة لتفادي مخلفات الخلل.

الحالة (D2):<كشف و/أو معالجة الخلل> هي الحالة التي تفحص فيها الآلة بعد الخلل ثم تتم المعالجة قصد الإعادة للعمل .

الحالة (D3):<إنتاج رغم ذلك> في بعض الأحيان يكون من الضروري مواصلة الإنتاج رغم وجود عطب في الآلـــة فنحصل على منتوج سيئ أو إنتاج بمساعدة العمال.

3-4/ منطقة الإنتاج

انظر الشكل 7-70



الشكل 7-70

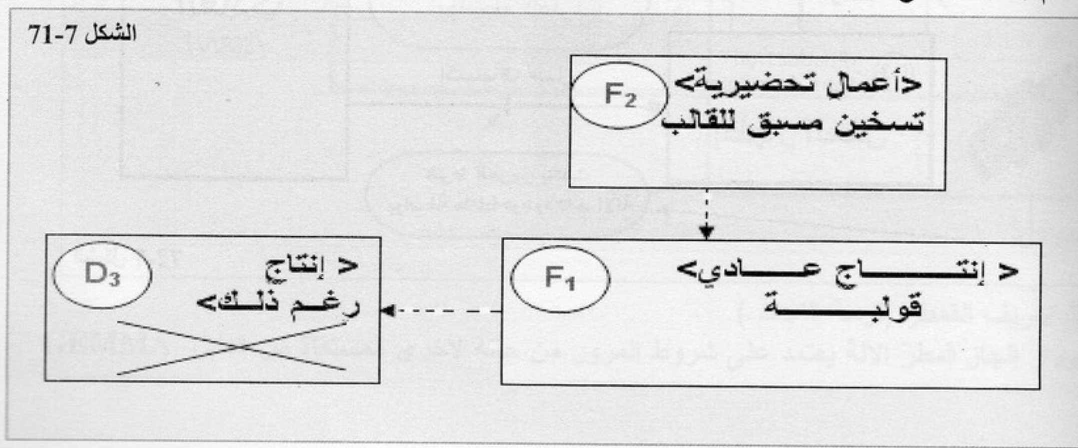
4- طريقة استعمال الــ GEMMA

نتوقع و ندرس أساليب العمل و التوقف انطلاقا من تصميم الآلة ثم نقوم بدمجها أثناء التجسيد (التحقيق)، بعد تهيئة غرافسات الأعمال العادية (GPN) نشرع في استعمال الدليل (GEMMA) و ذلك من أجل اختيار أساليب العمل و التوقف المتوقعة .

من أجل آلة ما يكون من الضروري دراسة حالة كل مستطيل-حالة

إذا اختير مستطيل-حالة في عمل الآلة يجب كتابة عليه نوع العمل المطلوب

أما إذا لم يّختر فتوضع عليه علامة X الشكل 7-71



5- البحث عن التطورات بين الحالات

حالتان أساسيتان تُعرفان في بداية الدراسة و تكونان حاضرتان دائما في أي نظام آلي

الحالة (A1) (التوقف في الحالة الابتدائية) أو (حالة الراحة) للآلة (النظام الآلي)

الحالة (F1) أسلوب العمل العادي الذي من أجله صنعت الآلة .

نبدأ في البحث عن التطورات بين الحالات انطلاقا من الحالتين الأساسيتين A1 و F1

تكون البداية من انطلاق تشغيل الآلة أي المرور من الحالة A1 إلى الحالة F1 و ذلك بطرح السؤال هل الآلة تحتاج لمرحلة تحضيرية (الحالة F2) أم لا ؟

التوقف هل نختار التوقف الأول أو الثاني :

A1 ⋯⋯► A2 ⋯⋯► F1 أو A4 ⋯⋯► A3 ⋯⋯► F1

الخلل هل نأخذ الحالة D1 أو D3 :

<توقف استعجالي> D1 أو <إنتاج رغم ذلك> D3 إلخ ....

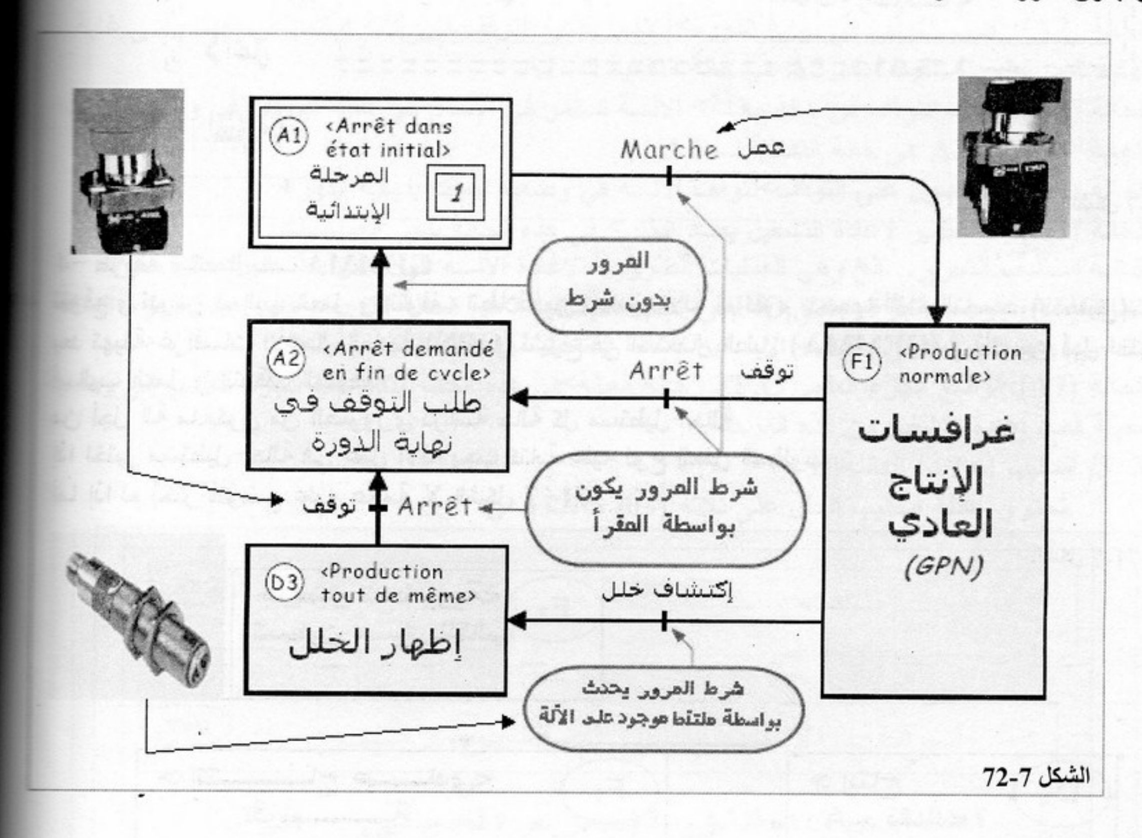
5-1/ شروط الانتقال بين الحالات

الحالات <مستطيلات – حالات> التي نعتمدها في الدليل أي التي تدخل في أساليب العمل والتوقف للآلة تكون مربوطة فيما بينها بواسطة روابط موجهة (خطوط واضحة)

تهيئة شروط الانتقال (المرور) بين الحالات تجعل تصميم لوحة القيادة (pupitre de commande) ممكنة

يتم لانتقال من حالة إلى أخرى بطريقتين:

بشروط و ذلك بواسطة أزرار على المقرأ(Pupitre) أو عن طريق ملتقطات موجودة على أجهزة النظام أو بدون شروط أنظر الشكل 7-72



الشكل 7-72

مثال 01

GEMMA

A6
الوضع في
الحالة الإبتدائية

C.I.

A1 إشعال
V ref المصباح

Auto et Dcy

الوضع
تحت
الطاقة

التهيئة

نهاية الذورة

F1
العمل
حسب
GPN

A5
التحضير لإعادة
العمل بعد الخلل

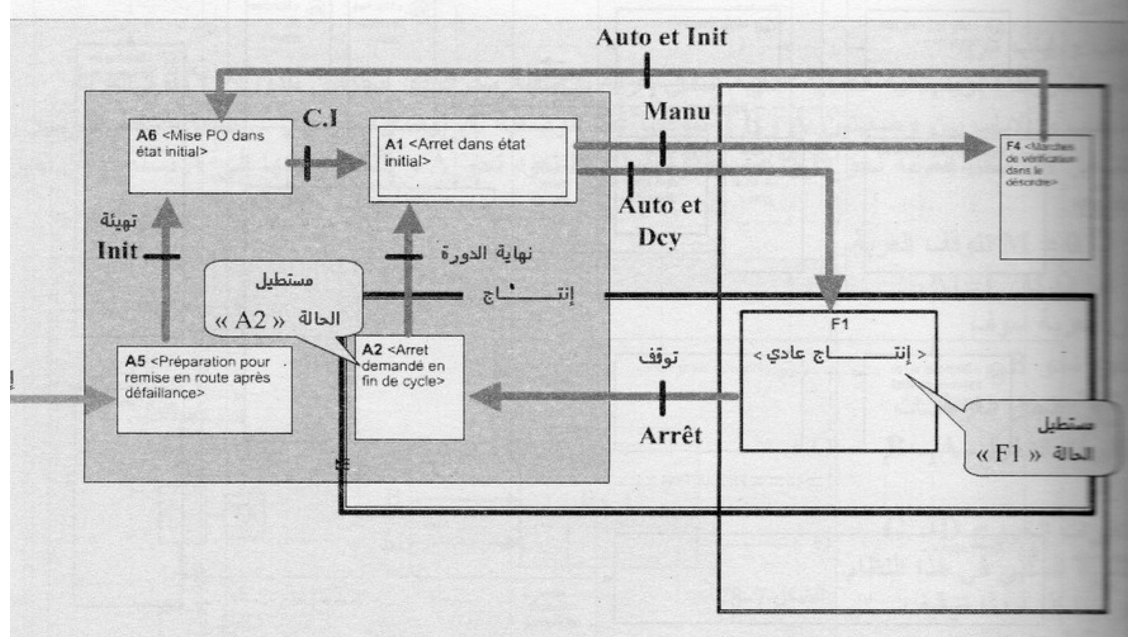
A2
طلب التوقف
في
نهاية الدورة

توقف

Arrêt

الشكل 7-73

مثال 02

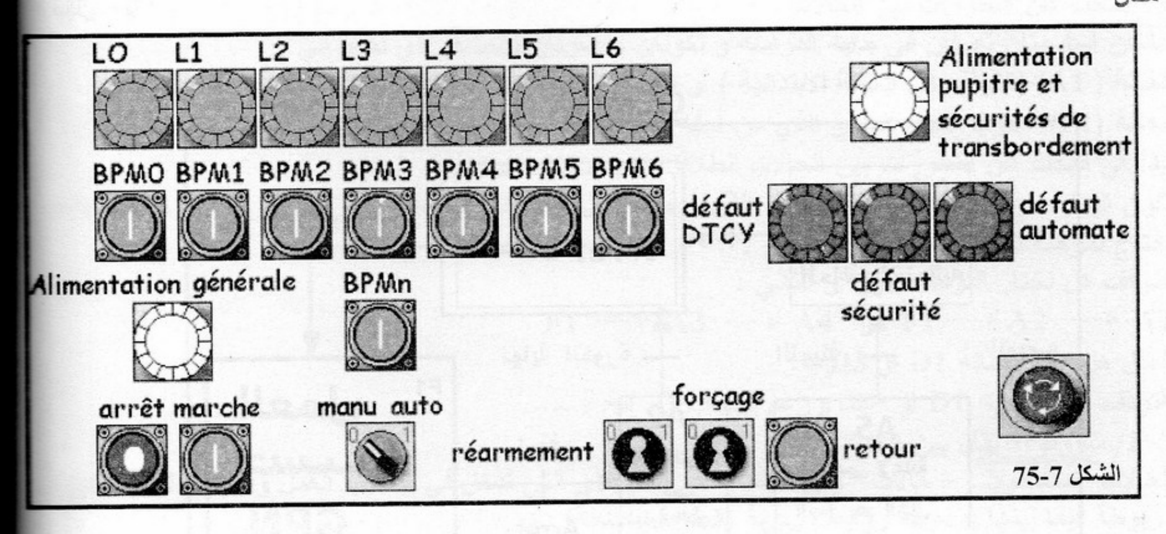


الشكل 7-74

2-5/ تعريف القمطر (لوحة التحكم)

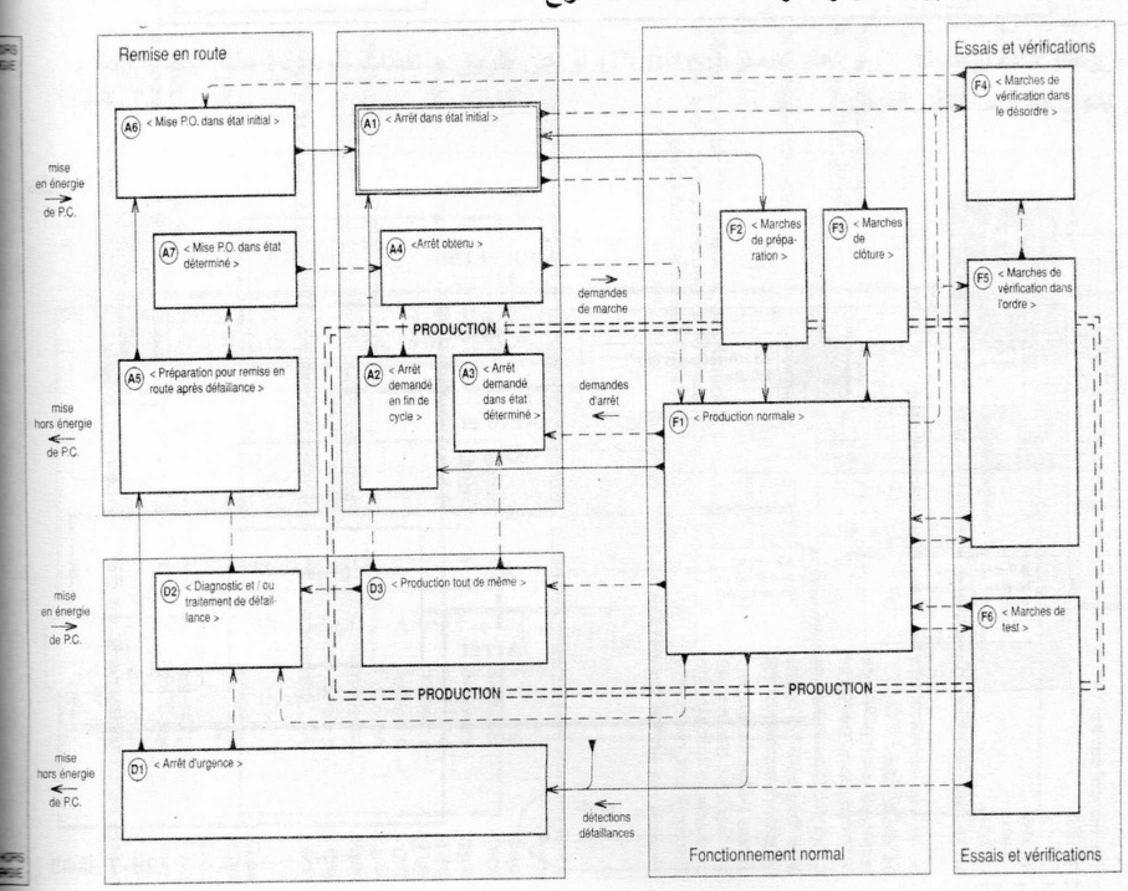
تصميم و إنجاز قمطر الآلة يعتمد على شروط المرور من حالة لأخرى المستقاة من الدليل GEMMA

مثال



الشكل 7-75

الدليل الكامل لأساليب العمل و التوقف GEMMA فارغ

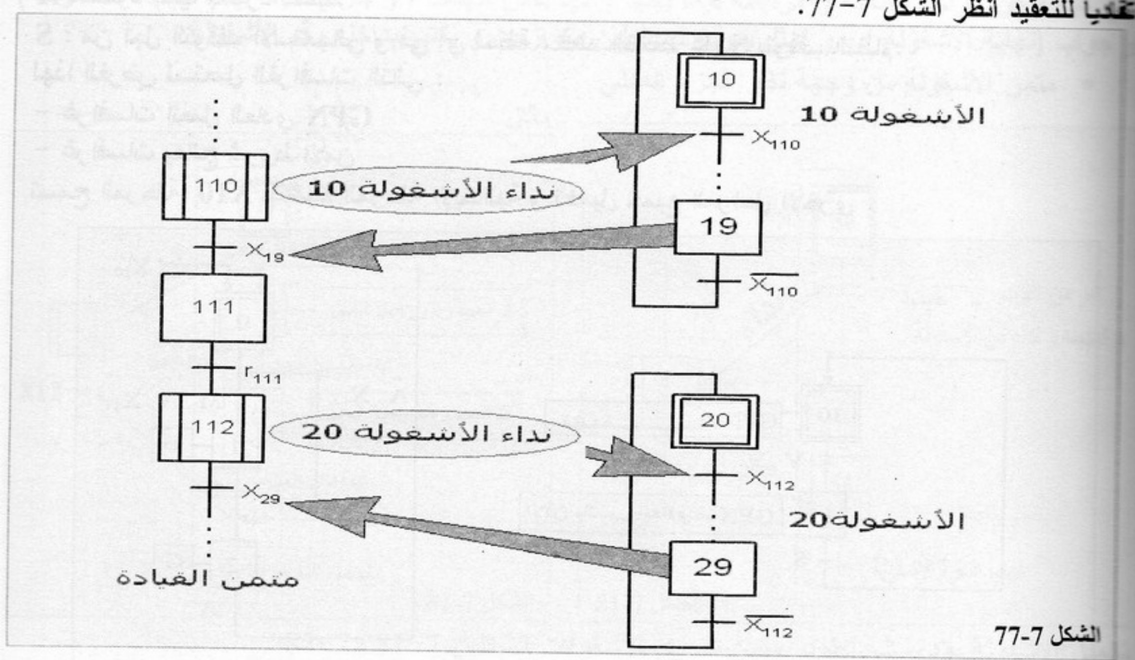


الشكل 7-76

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع « Réf 7-1 »

11) المتمن متعدد الأشغولات

عندما تتكرر أشغولة من الأشغولات في دفتر الشروط عدة مرات ، يكون في إمكاننا عوض تكرارها في كل مرة في الغرافسات الكامل ، يمكننا أن ننجز لها غرافسات خاص بها و نناديها كل ما احتجنا إليها ، وذلك تفاديا للتعقيد أنظر الشكل 7-77.



الشكل 7-77

1- مثال

ذهاب و إياب عربة

دفتر الشروط : نريد تأليه العملية التالية إنتقال عربة بواسطة محرك ذو اتجاهين للدوران ، تقوم العربة بالذهاب و الإياب بين وضعيتين A وB و تتوقف عند الوضعية A (وضعية الراحة) ، عندما نضغط على زر التشغيل M تنتقل العربة نحو B و عند وصولها إلى B تعود نحو A و أثناء عودتها إلى A نستطيع أن نميز حالتين

- إذا M = 0 تتوقف العربة
- أما إذا كان M=1 فإن العربة سوف تعود نحو B .

- إنجاز الغرافسات

متغيرات الدخول A ، B ، M

متغيرات الخروج D ، G

A
B
M
P.C.C.
G
D
0
M
1
D
B
2
G
A

الشكل 7-78

الشيء السلبي في هذا النظام هو أننا إذا أردنا توقيف العربة في لحظة ما يجب أن ننتظر عودتها إلي الوضعية A ، و إذا كانت إعادة إنطلاق دورة جديدة تتطلب تهيئة ما فلابد من إعادة هذه العملية في كل مرة ، و لتفادي هذه الإشكاليات نقترح ما يلي:

- الوضع الأمني

نغير في دفتر الشروط و ذلك بإضافة زرين آخرين V و S

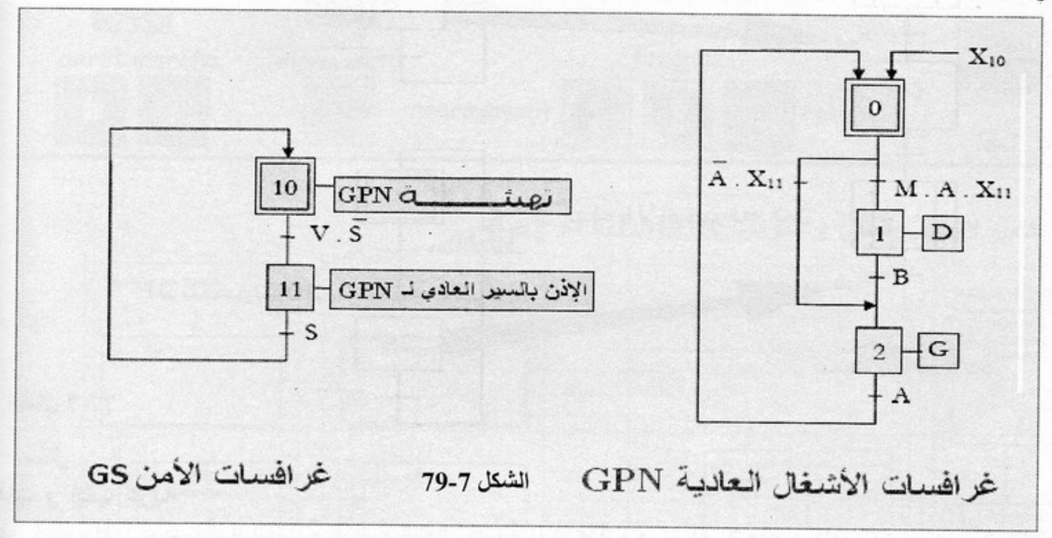
V : من أجل تنشيط النظام ، إذا كان V=0 الزر M لا يكون له تأثير حتى و إن لم تكن العربة في الوضعية A ، فتعود إليها بمجرد تنشيط V .

S : من أجل التوقف الاستعجالي و في أي لحظة ، فعند الضغط عل S يتوقف النظام.

لهذا الغرض نستعمل الغرافسات التالي :

- غرافسات العمل العادي GPN
- غرافسات يعالج شروط الأمن

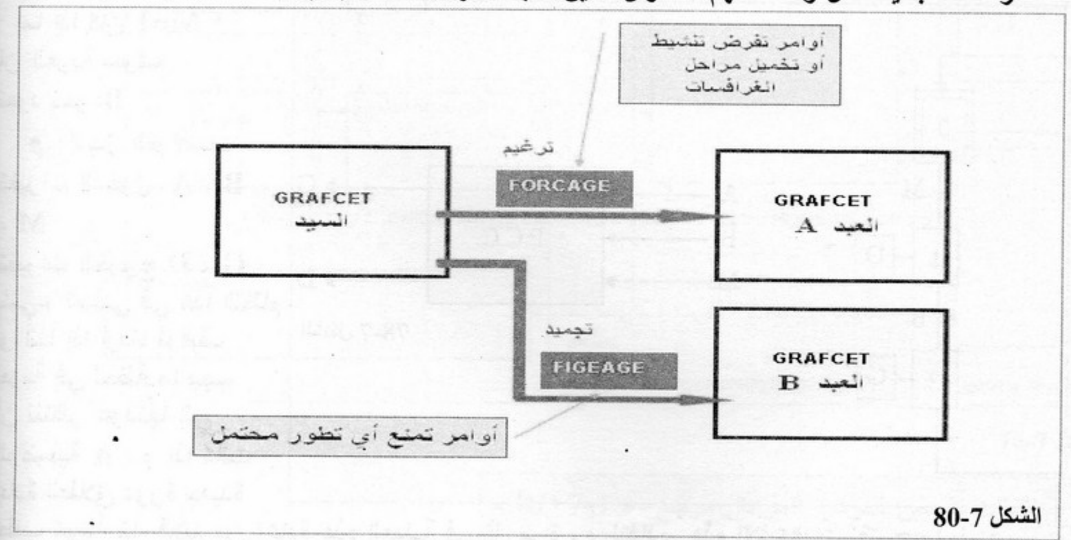
تسمح المرحلة X10 بتنشيط المرحلة الإبتدائية و تخميل جميع المراحل الأخرى .



غرافسات الأمن GS الشكل 7-79 غرافسات الأشغال العادية GPN

ملاحظة : نلاحظ أن غرافسات الأمن GS له الأولوية و هو الذي يعطي الأمر بتطور غرافسات العمل العادي GPN

الغرافسات الحديثة تستعمل مفهوم جديد لحل التعقيدات المتزايدة في الأنظمة الآلية (المثال السابق) و هو تعدد الغرافسات بحيث لكل واحد منهم مستوى معين فنجد الغرافسات السيد وغرافسات العبد أنظر الشكل7-80



الشكل 7-80

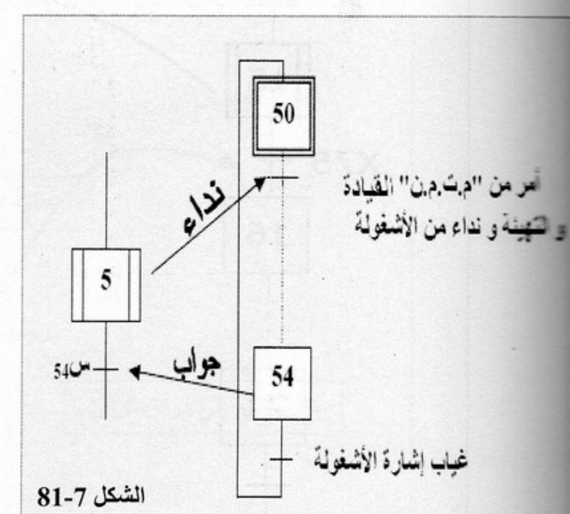
حيث أن الغرافسات السيد هو الذي يسير تطور مراحل النظام و يعطي أوامر تجميد أو ترغيم المراحل ، و تبادل المعلومات يتم بواسطة نداء و جواب .

2- مفهوم الأشغولة

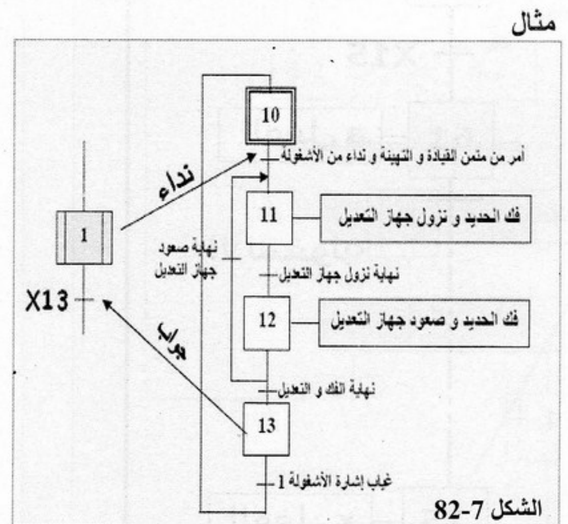
هي عبارة عن مراحل متتالية و مرتبطة فيما بينها و لها نفس الهدف ، و لكل أشغولة نداء (بداية الأشغولة) و جواب (نهاية الأشغولة) ، و تمثل بمربع له خطين متوازيين و يكتب بداخله رقم الأشغولة .

• متمن الأشغولة من وجهة نظر الجزء العملي

مثال



الشكل 7-81



الشكل 7-82

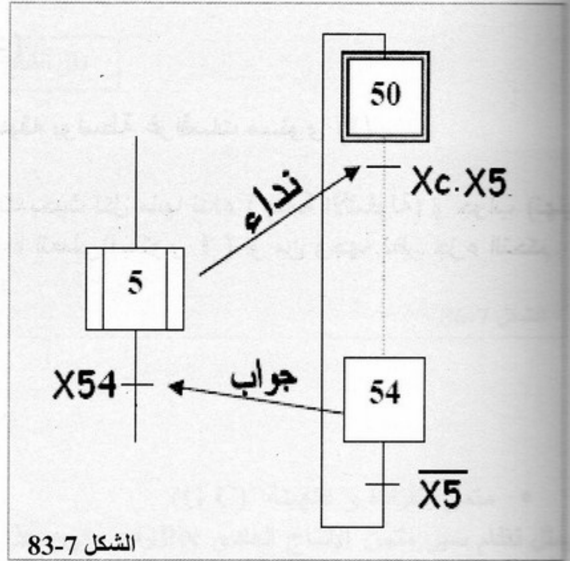
تحميل الأشغولة يؤدي إلى تطوير متمن تنسيق الأشغولات الشكلين 7-81 و7-82 .

• متمن الأشغولة من وجهة نظر جزء التحكم

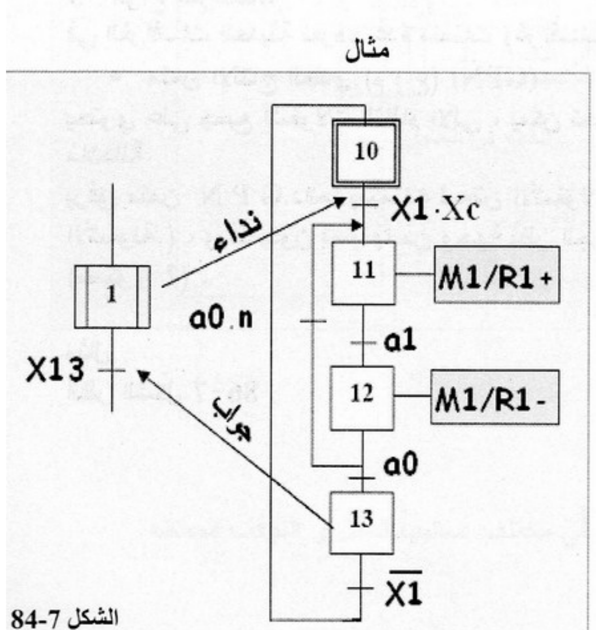
المرحلة الأخيرة من متمن الأشغولة تسمح بتطوير المتمن إذا كانت نشطة و القابلية صحيحة .

الشكلين 7-83 و 7-84

مثال

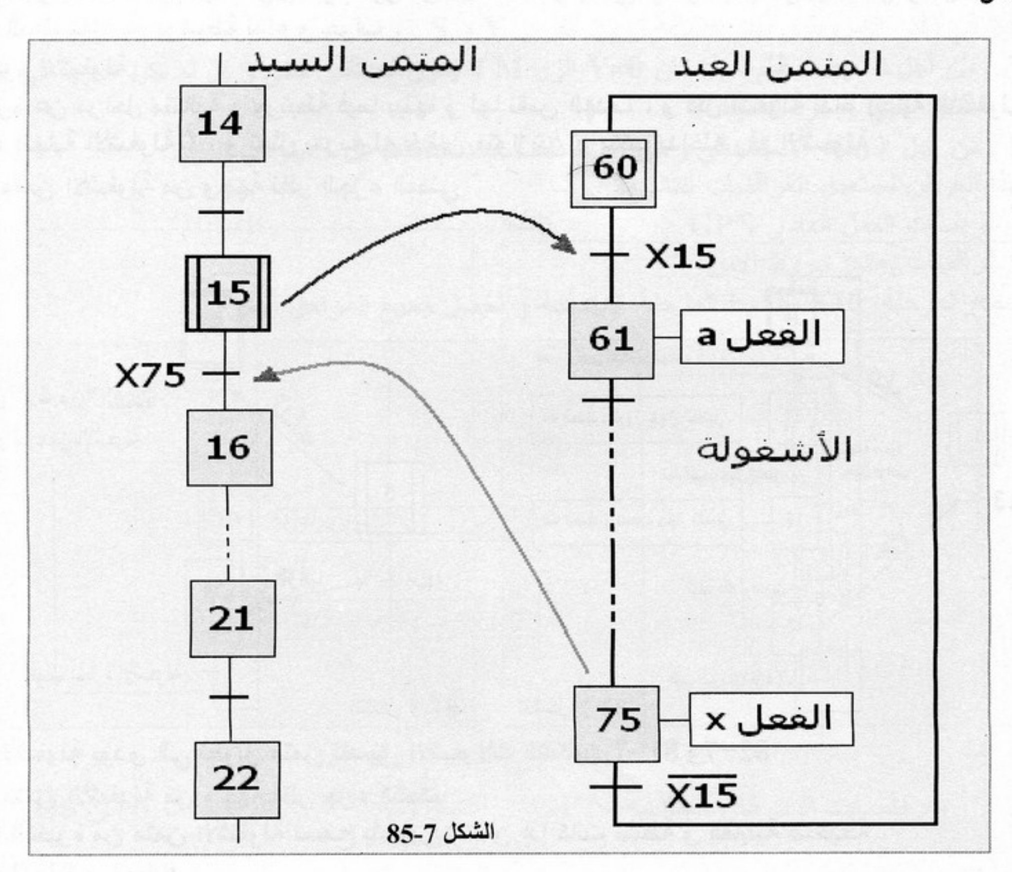


الشكل 7-83



الشكل 7-84

مثال



الشكل 7-85

3- أنواع الغرافسات

في الغرافسات الحديثة نعرف عدة متمنات (غرافسات)

- متمن الإنتاج العادي (م إ ع) (GPN)

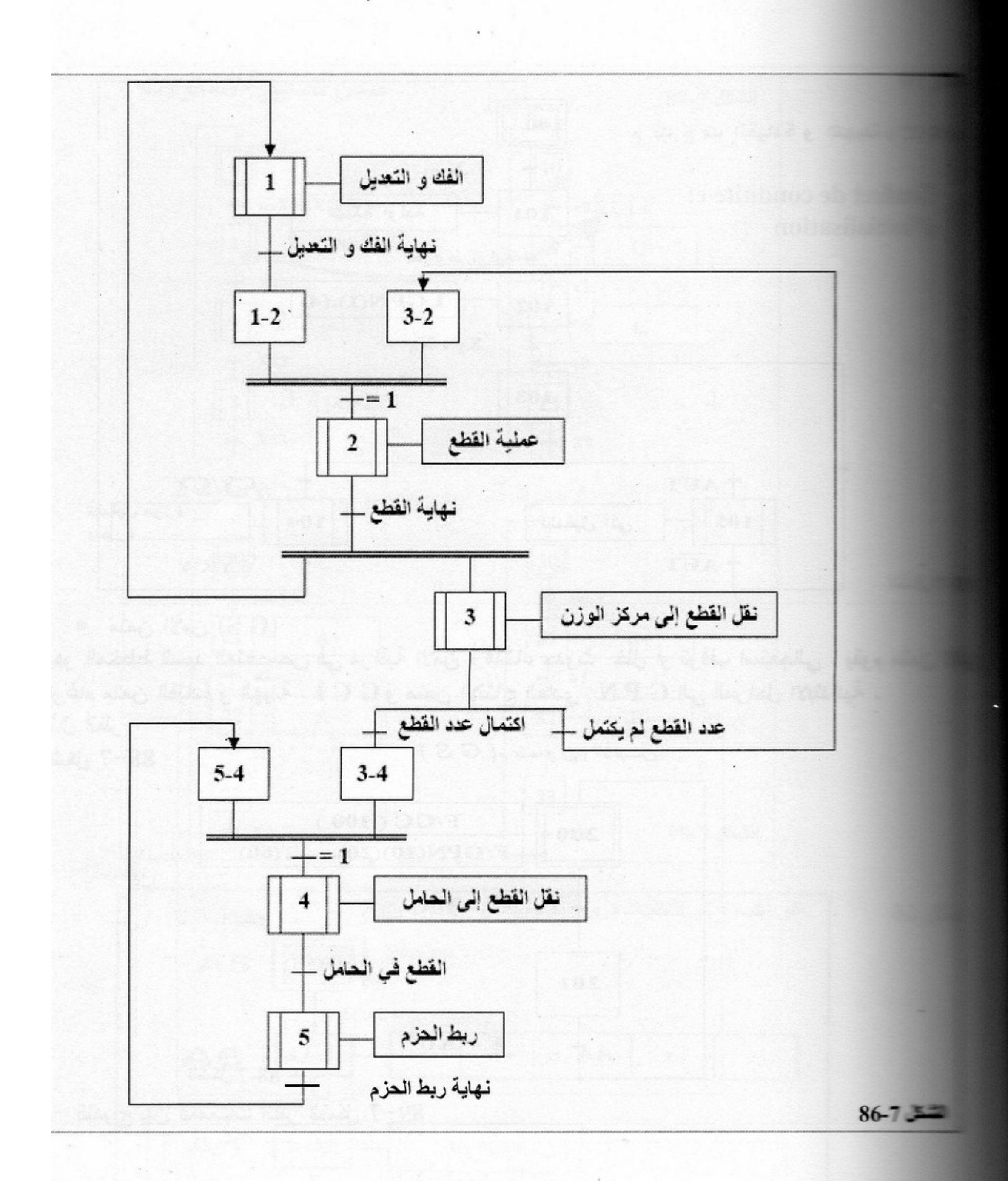
يحتوي على جميع أشغولات النظام الآلي ، يمكن تحقيقه بواسطة غرافسات مستوى (1)

ملاحظة

يرفق متمن G P N دائما بمتمنات لبعض الأشغولات بحيث لكل منها نداء (بداية الأشغولة) و جواب (نهاية الأشغولة) ، و قد يكون تمثيلها من وجهة نظر الجزء العملي(مستوى 1) أو من وجهة نظر جزء التحكم (مستوى 2) .

مثال

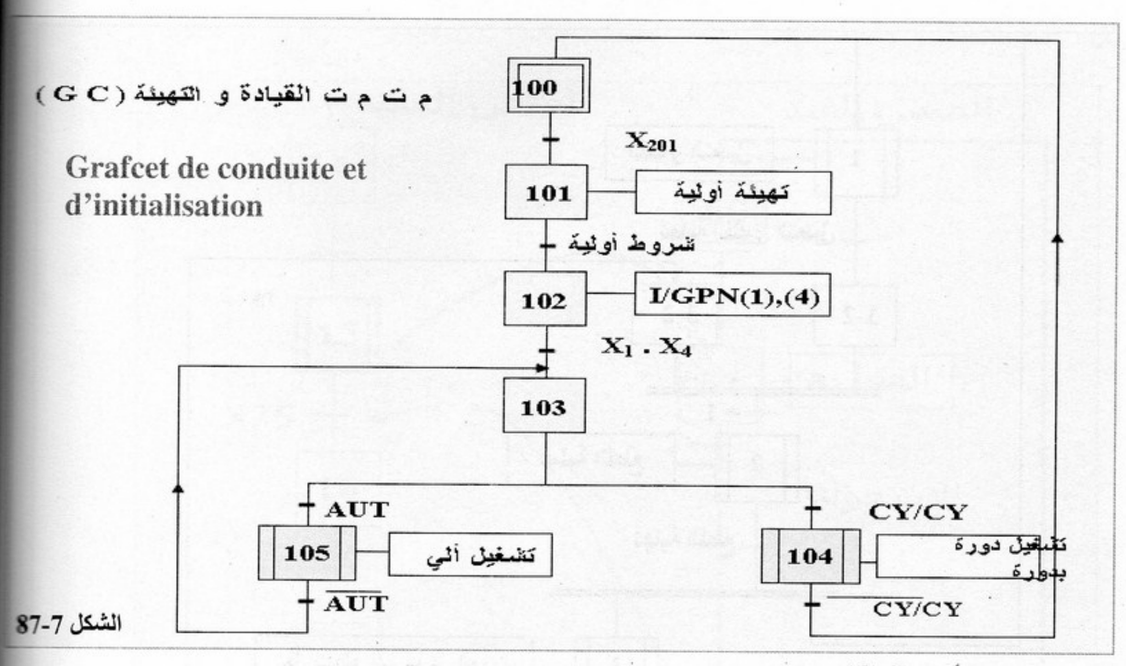
أنظر الشكل 7-86



الشكل 7-86

• متمن القيادة و التهيئة (G C)

يمثل نظام سير متمن الإنتاج العادي GPN و يكون هذا في مختلف أساليب العمل و التوقف الممكنة. انظر الشكل 7-87

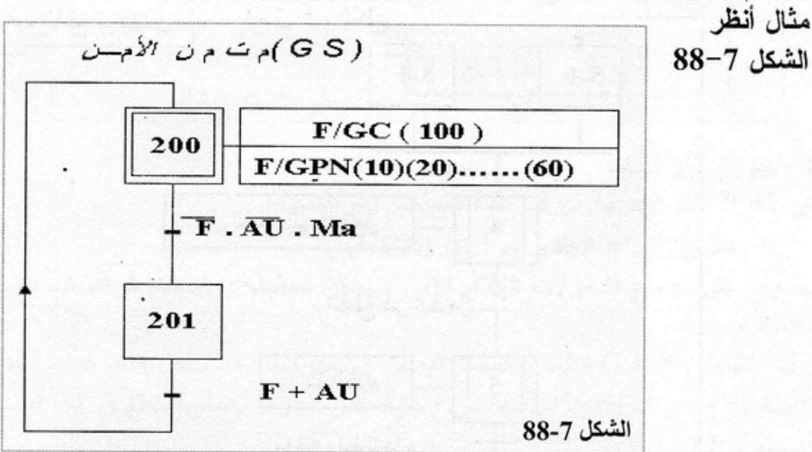


الشكل 7-87

- متمن الأمن (G S)

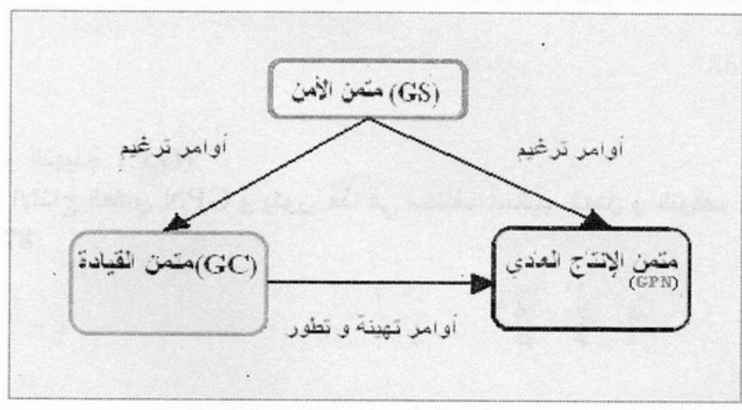
وهو المخطط السيد المتخصص في مراقبة الأمن ، فأثناء حدوث خلل أو توقف استعجالي ، يقوم متمن الأمن بإرغام متمن القيادة و الهيئة G C I و متمن الإنتاج العادي G P N إلى المراحل الابتدائية .

مثال أنظر الشكل 7–88

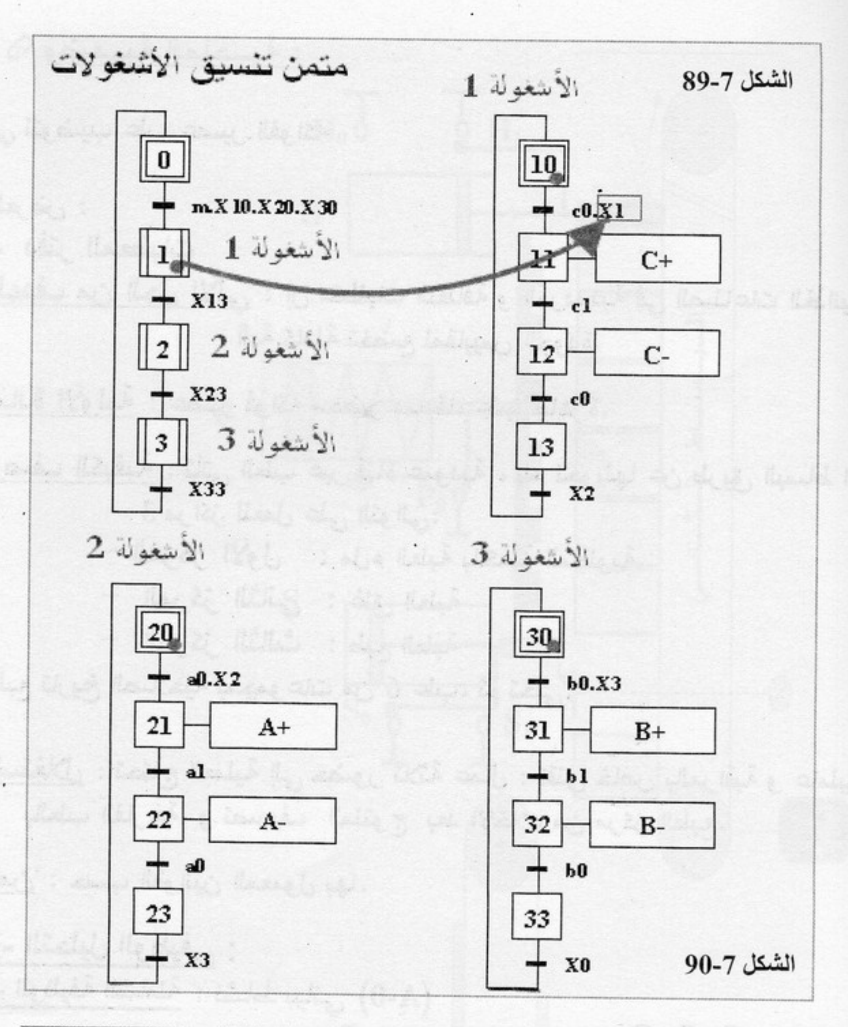


الشكل 7-88

4- التدرج بين المتمنات أنظر الشكل 7–89



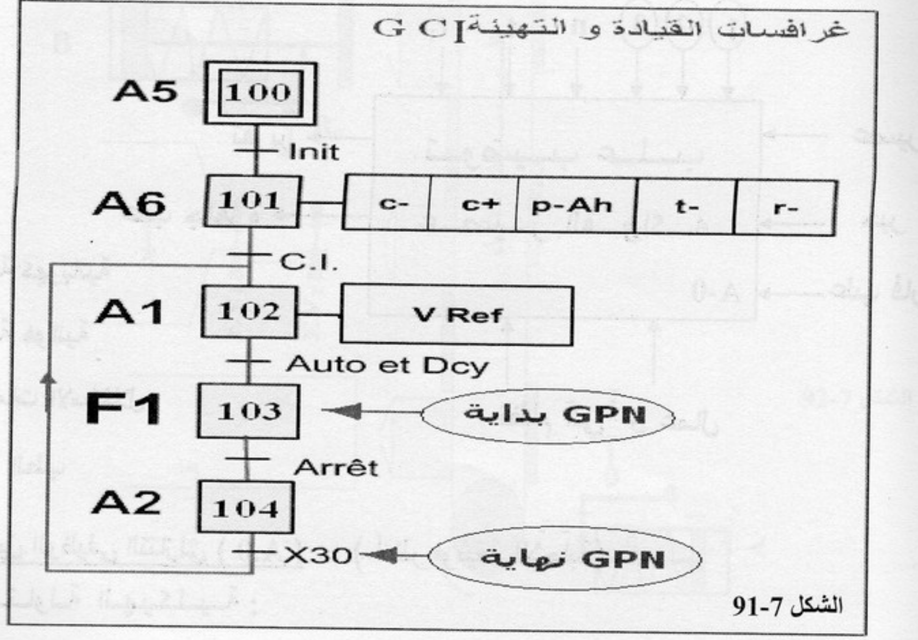
ـثال 01



الشكل 7-89

الشكل 7-90

ـثال 02



الشكل 7-91

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع « Réf 7-2 »

وضعـــية إدماجـــية :

نظام آلي لتوضيب علب عصير الفواكه

ملف العرض :

I- دفتر المعطيات

* **الهدف من الحل الآلي** : إن متطلبات النظافة و المردودية في الصناعات الغذائية تستلزم معالجة آلية كاملة تخضع لمقاييس الجودة.

***المادة الأولية** : عصير فواكه محضر مسبقا، علب جاهزة.

* **وصف الكيفية** : تأتي العلب عبر قناة عمودية ، يتم تحويلها عن طريق البساط الأول إلى 3 مراكز للعمل على التوالي:

- المركز الأول : ملء العلبة بالكمية المطلوبة
- المركز الثاني : غلق العلبة
- المركز الثالث : طبع العلبة

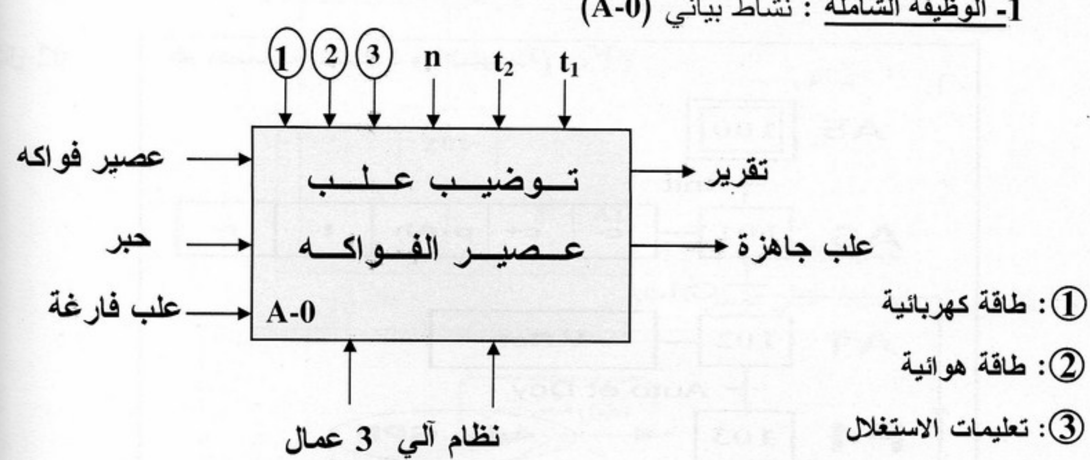
يتم طبع تاريخ الصلاحية بمجموعات من 6 علب، ثم تخلى.

* **الاستغلال** : تحتاج العملية إلى حضور ثلاثة عمال : تقني خاص بالمراقبة و عاملين لتزويد القناة بالعلب الفارغة و تصريف المنتوج بعد الإخلاء من مركز الطبع.

* **الأمن** : حسب القوانين المعمول بها.

II- التحليل الوظيفي :

1- الوظيفة الشاملة : نشاط بياني (A-0)



①: طاقة كهربائية

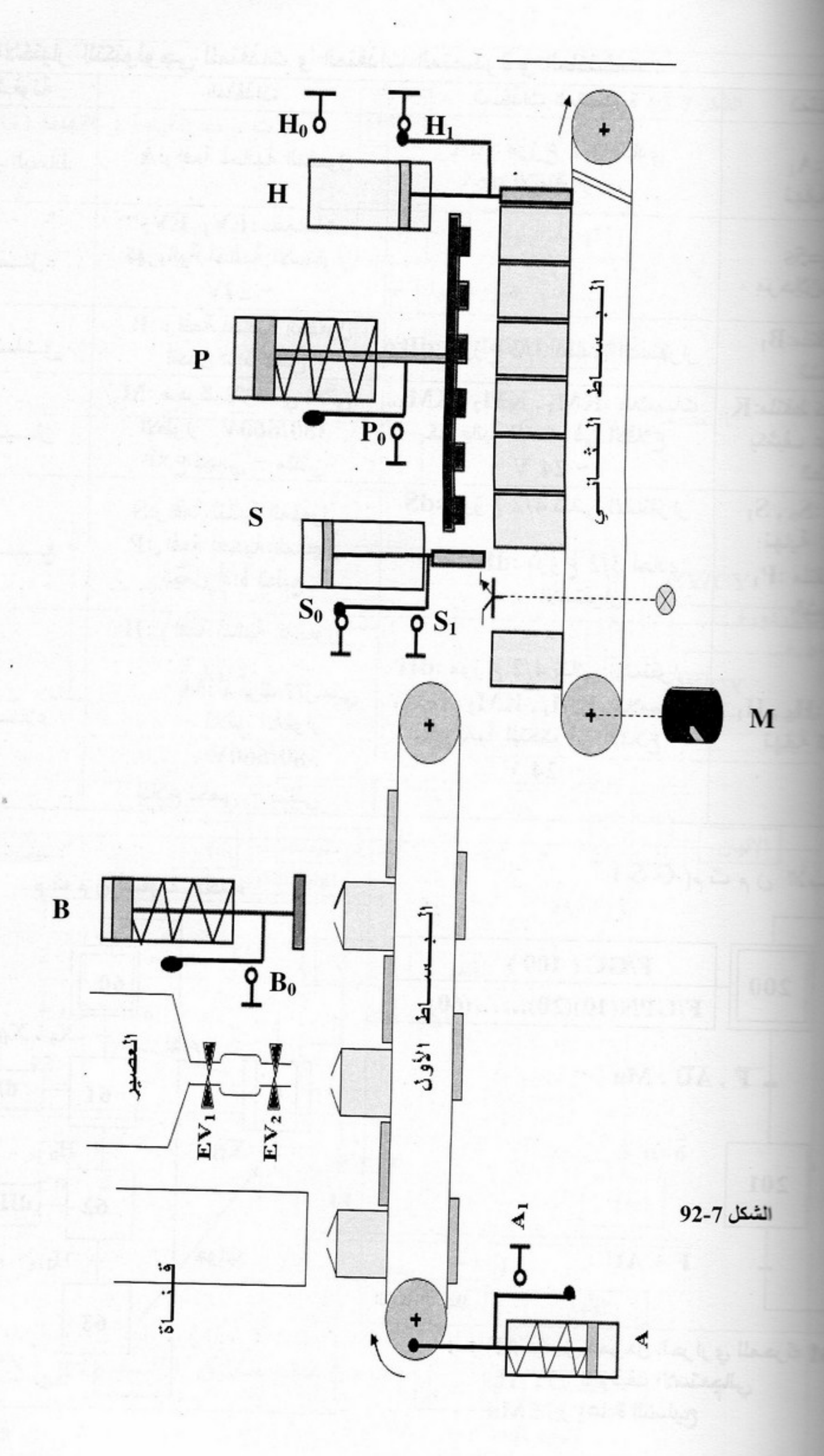
②: طاقة هوائية

③: تعليمات الاستغلال

n : عدد العلب

2-التحليل الوظيفي التنازلي (A.0) : (أنظر وثيقة الإجابة)

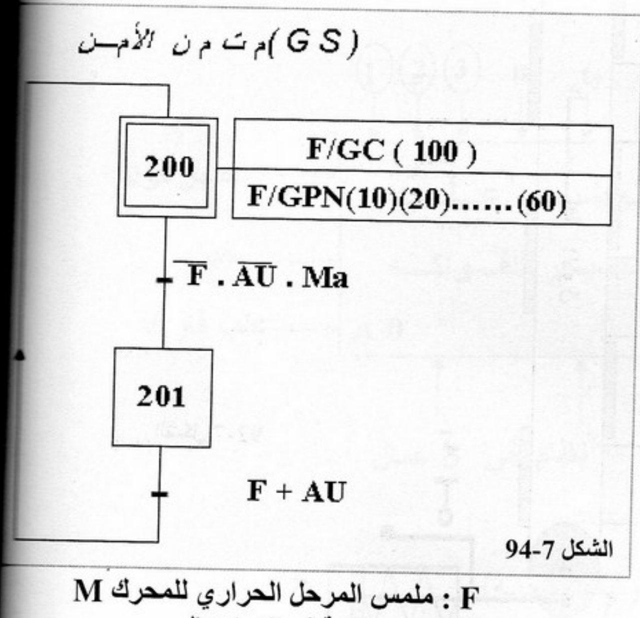
III - المنـاولـة الـهيكلـيـة :


H0
H1
H
P
P0
S
S0
S1
M
البساط الثاني
B
B0
EV1
EV2
العصير
البساط الأول
A1
A

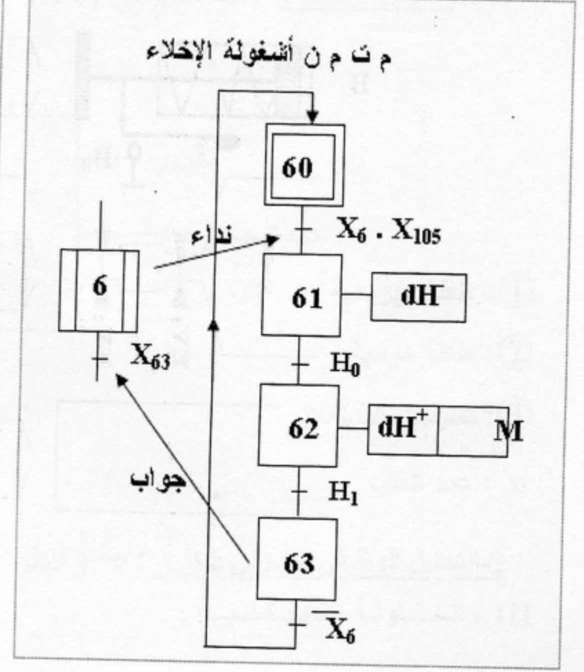
الشكل 7-92

2- الاختيار التكنولوجي للمنفذات و المنفذات المتصدرة و الملتقطات :

الأشغولة	المنفذات	المنفذات المتصدرة	الملتقطات
تدوير البساط	A:رافعة أحادية المفعول	dA : موزع 3/2 أحادي الاستقرار	A_1: ملتقط نهاية الشوط
الـــمـــلء	EV_1, EV_2: صمامات كهربائية أحادية الاستقرار ~ 24V	/	$t_1=t_2=5s$ مرحلان مؤجلان
الــغــلــق	B: رافعة أحادية المفعول تحمل أداة الغلق	dB: موزع 3/2 أحادي الاستقرار	B_1:ملتقط نهاية الشوط
الإتـــيـــان	M: محرك لاتزامني ثلاثي الأطوار 380/660V إقلاع نجمي – مثلثي	KM_1, KM_2, KM_3: ملامسات كهربائية للتحكم في الإقلاع ~ 24 V	K:ملتقط كهروضوئي يكشف عن مرور العلب
الــطــبــع	S:رافعة ثنائية المفعول P:رافعة أحادية المفعول تحمل أداة الطبع	dS: موزع 4/2 ثنائي الاستقرار dP: موزع 3/2 أحادي الاستقرار	S_0, S_1: ملتقطات نهاية الشوط P_1: ملتقط نهاية الشوط
الإخـــلاء	H: رافعة ثنائية المفعول M: محرك لاتزامني ثلاثي الأطوار 380/660V إقلاع نجمي – مثلثي	dH: موزع 4/2 ثنائي الاستقرار KM_1, KM_2, KM_3: ملامسات كهربائية للتحكم في الإقلاع ~ 24 V	H_0, H_1: ملتقطات نهاية الشوط



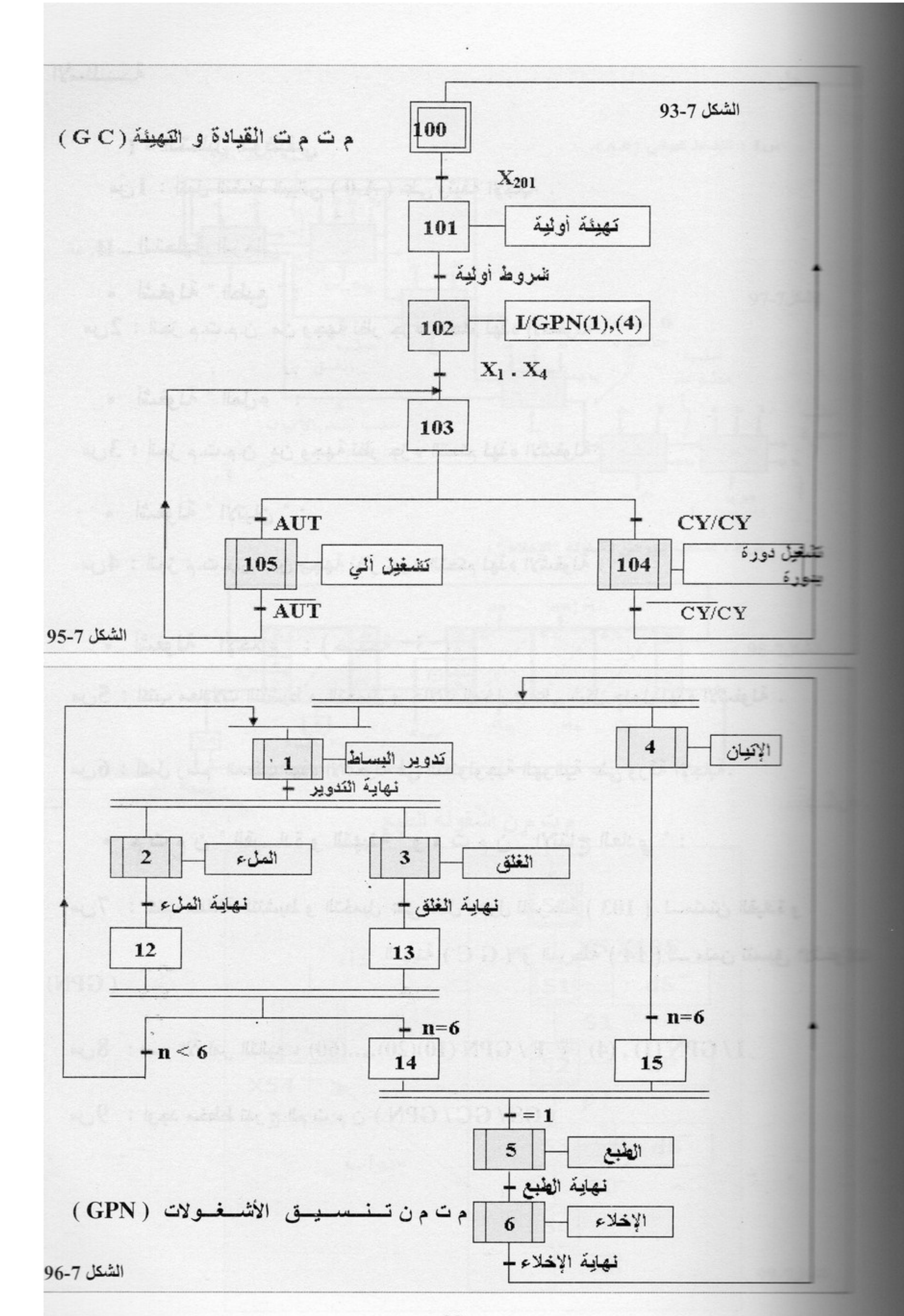
الشكل 7-94



F : ملمس المرحل الحراري للمحرك M

AU : زر التوقيف الاستعجالي

Ma : زر إعادة التسليح


الشكل 7-93
م ت م ت القيادة و التهيئة (G C)
100
X_{201}
101
تهيئة أولية
شروط أولية
102
I/GPN(1),(4)
$X_1 . X_4$
103
AUT
CY/CY
105
تشغيل آلي
104
تشغيل دورة بدورة
$\overline{AUT}$
$\overline{CY/CY}$
الشكل 7-95
1
تدوير البساط
نهاية التدوير
4
الإتيان
2
الملء
3
الغلق
نهاية الملء
نهاية الغلق
12
13
n=6
n < 6
n=6
14
15
= 1
5
الطبع
نهاية الطبع
م ت م ن تـنـسـيـق الأشـغـولات (GPN)
6
الإخلاء
نهاية الإخلاء
الشكل 7-96

الأسئلـــــة

I - التحليل الوظيفي

س1 : أكمل النشاط البياني (A.0) على وثيقة الإجابة .

II - التحليل الزمني

- أشغولة " الطبع " :

س2 : أنجز م.ت.م.ن من وجهة نظر جزء التحكم لهذه الأشغولة .

- أشغولة " الملء " :

س3 : أنجز م.ت.م.ن من وجهة نظر جزء التحكم لهذه الأشغولة .

- أشغولة " الإتيان " :

س4 : أنجز م.ت.م.ن من وجهة نظر جزء التحكم لهذه الأشغولة .

- أشغولة " الإخلاء " : (صفحة -3-)

س5 : أكتب معادلات التنشيط و التخميل و حالات المخارج على شكل جدول لهذه الأشغولة .

س6 : أكمل رسم المعقب لهذه الأشغولة في التكنولوجية الهوائية على ورقة الإجابة.

- م ت م ن " القيـــادة و التهيئة " و م ت م ن " الإنتاج العادي " :

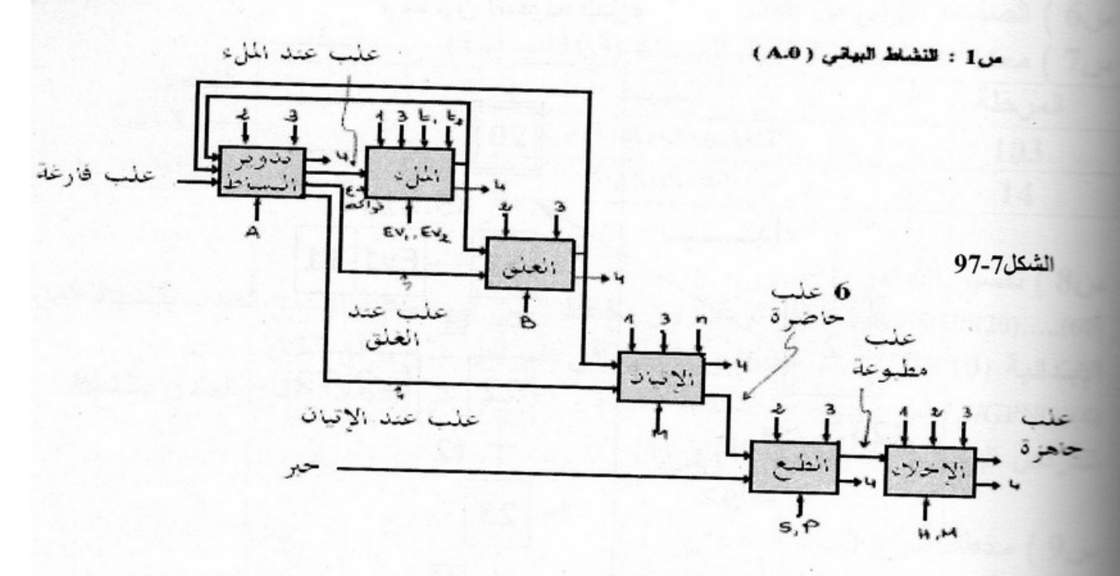
س7 : أكتب معادلة التنشيط و التخميل على شكل جدول للمرحلة (103) لــمتمتن القيادة و التهيئة (G C) و المرحلة (14) لــ متمن تنسيق الأشغولات (GPN) .

س8 : فسر الأوامر التالية : F / GPN (10)(20)....(60) ، I / GPN (1) , (4)

س9 : أوجد مخطط تدرج الم ت م ن (GS / GC / GPN)

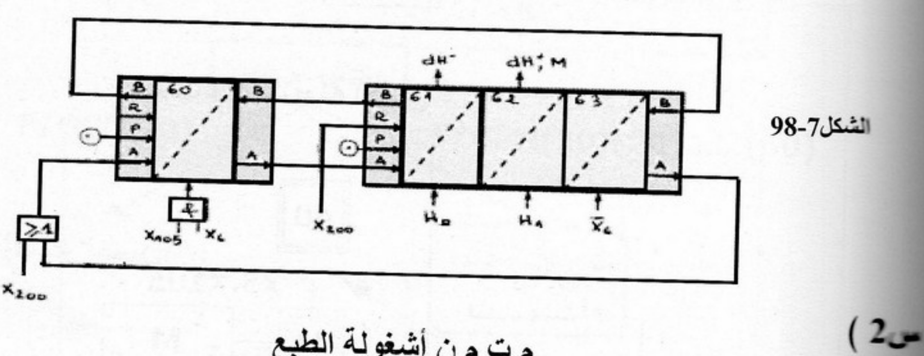
الحل

س1 : النشاط البياني (A.0)



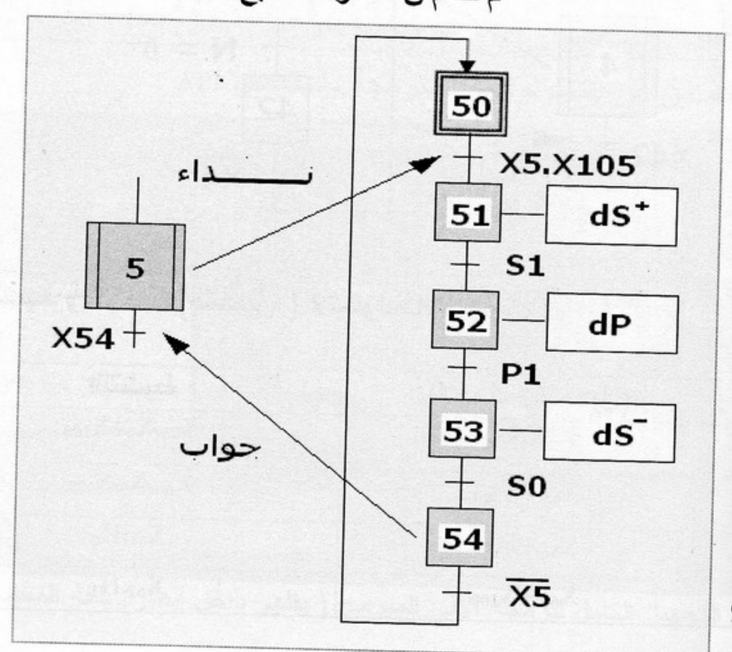
الشكل7-97

س6 : المعقب الهوائي لأشغولة " الإخلاء " :



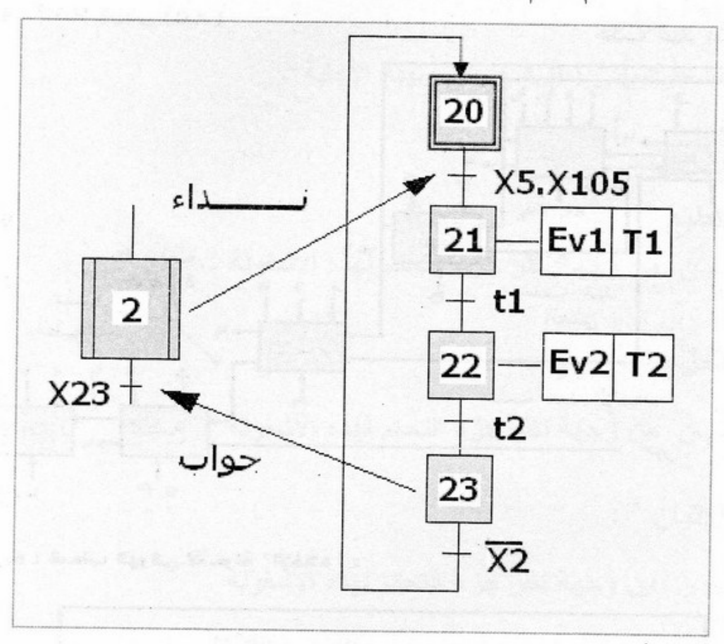
الشكل7-98

س2)



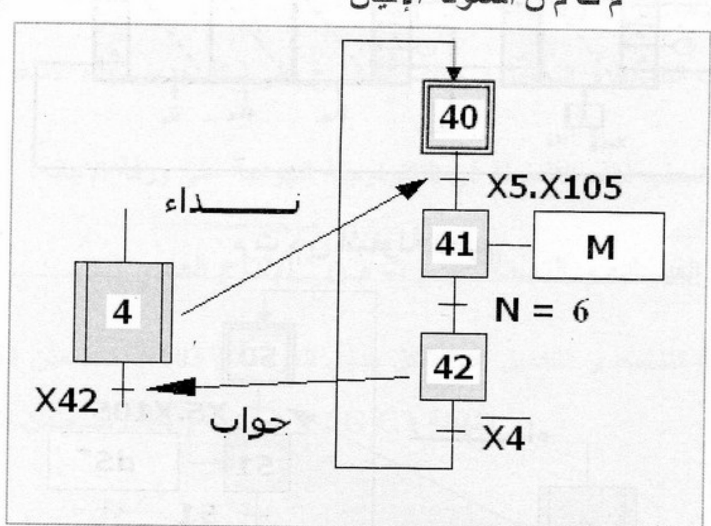
الشكل7-99

س3) م ت م ن أشغولة الملء



الشكل7-100

س4) م ت م ن أشغولة الإتيان



الشكل7-101

س5) معادلات التنشيط و الإخماد(التخميل) لأشغولة الإخلاء

المخارج	الإخماد (التخميل)	التنشيط	المراحل
/	X_{61}	$X_{63}.\overline{X_6}+X_{200}$	60
dH^{-}	$X_{62}+X_{200}$	$X_{60}.X_6.X_{105}$	61
$dH^{+}.M$	$X_{63}+X_{200}$	$X_{61}.H_0$	62
/	$X_{60}+X_{200}$	$X_{62}.H_1$	63

س6) الصفحة الأولى من الحل

س7) معادلة التنشيط و التخميل للمرحلة (103) و (14)

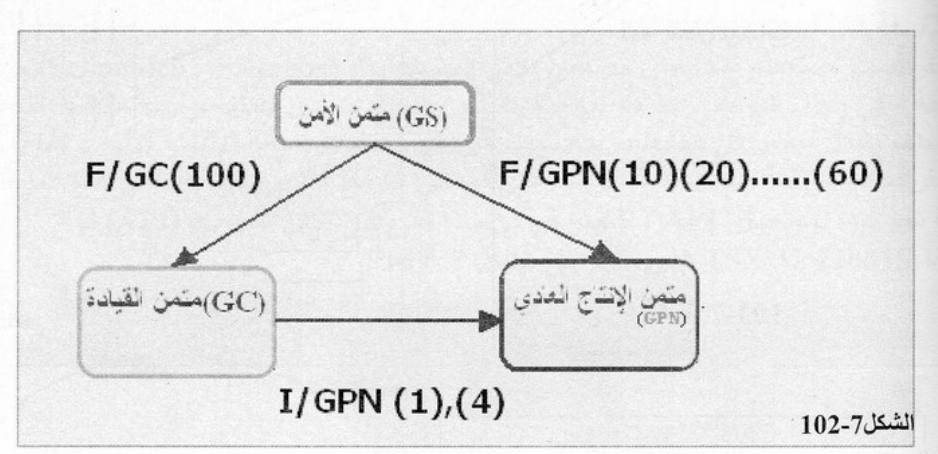
المرحلة	التنشيط	التخميل
103	$X_{102}.X_1.X_4+X_{105}.AUT$	$X_{105}+X_{104}+X_{200}$
14	$X_{12}.X_{13}(n=6)$	X_5+X_{200}

س8) تفسير الأوامر

(60)......F/GPN(10)(20) : أمر ترغيم من مخطط الأمن إلى مخطط الإنتاج العادي بتنشيط المراحل الإبتدائية (10)(20)........(60) و إخماد باقي المراحل حتى يرفع الخلل

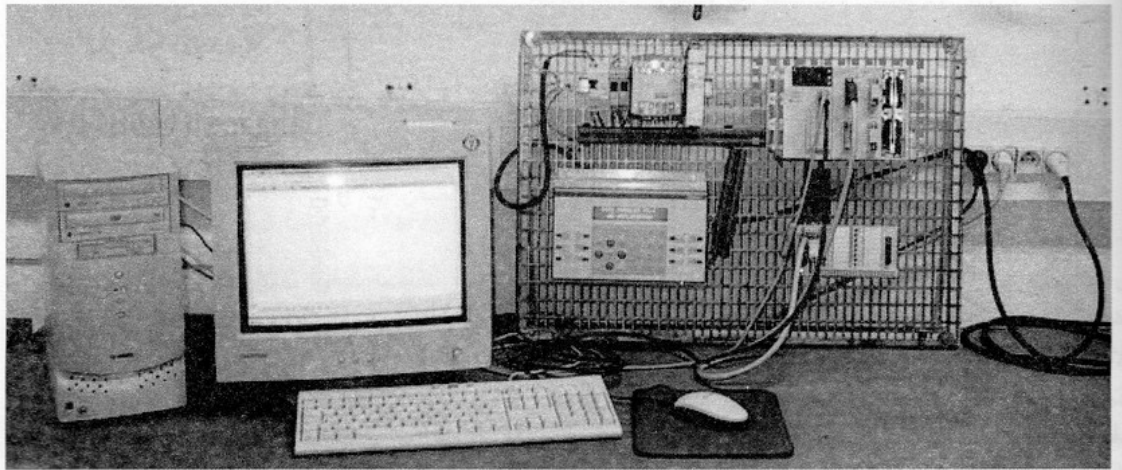
I/GPN(1)(4) : أمر تهييئة من مخطط القيادة و التهييئة إلى مخطط الإنتاج العادي بتنشيط المراحل الإبتدائية للأشغولات (1) و (4)

س9) مخطط تدرج الـــــ م ت م ن

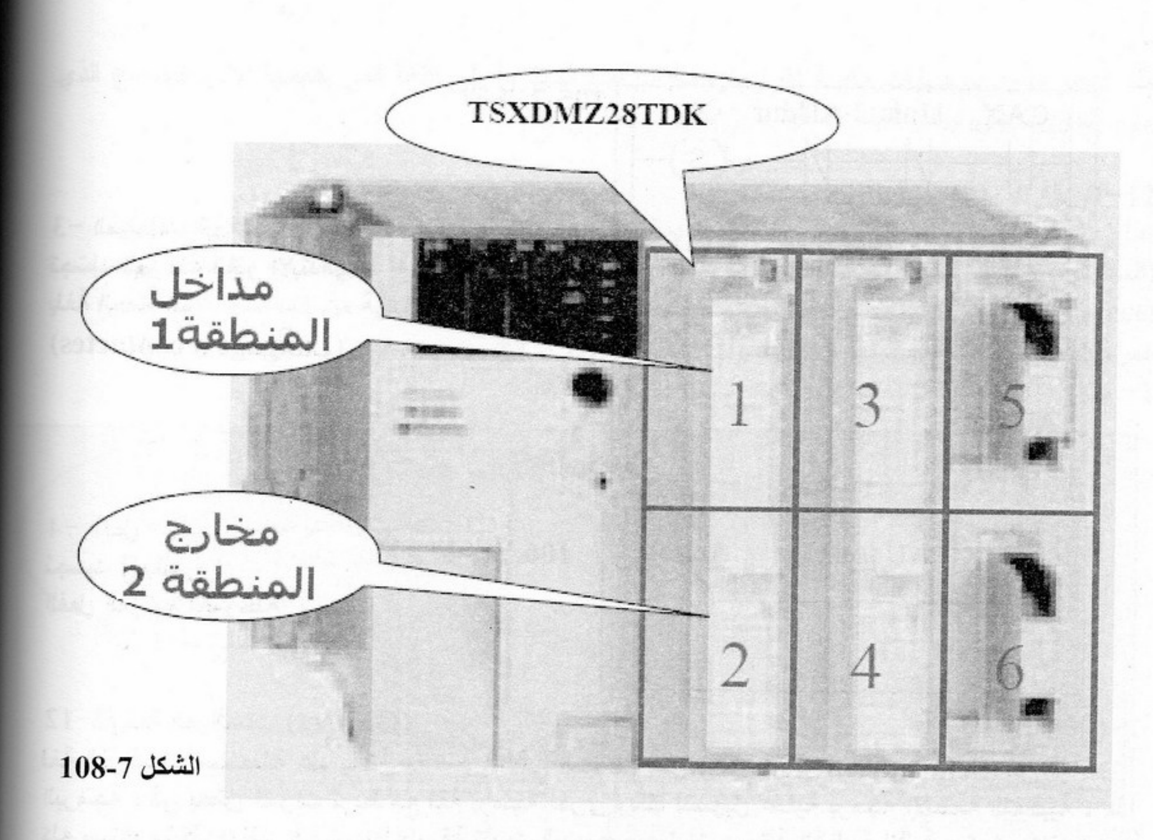


الشكل7-102

12) تجسيد المتمن في التكنولوجية المبرمجة بإستعمال API



الصورة تمثل التجهيز الكامل لبرمجة الآلي المبرمج (يظهر داخل إيطار) بلغة المماسات أو بلغة الغرافسات



الشكل 7-108

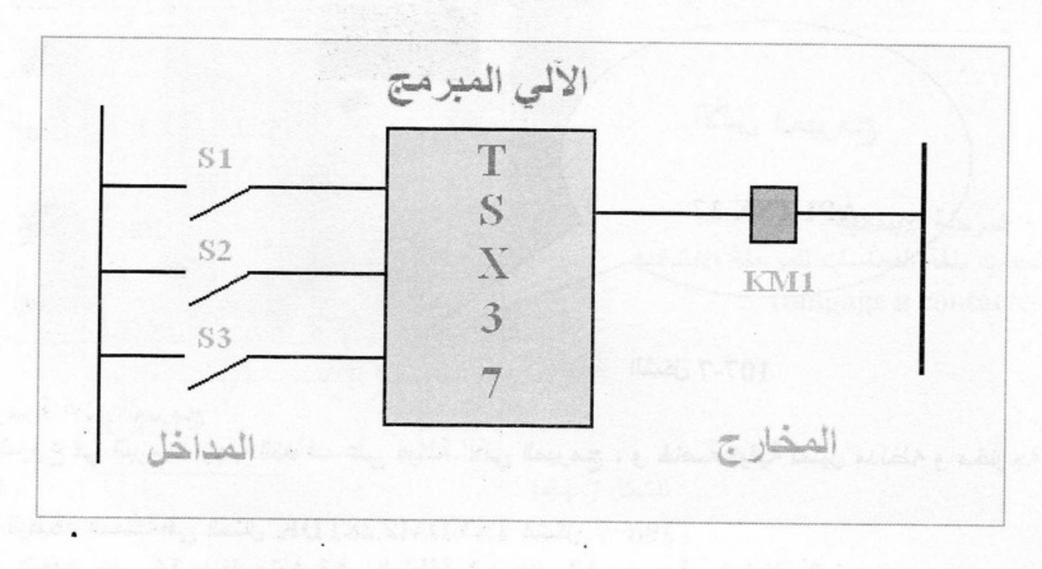
مثال

لتكن العلاقة البولية التالية

$KM1=(S_1+S_2).\bar{S}_3$

أي (S_1 أو S_2) ونفي S_3

التجسيد بواسطة الآلي المبرمج

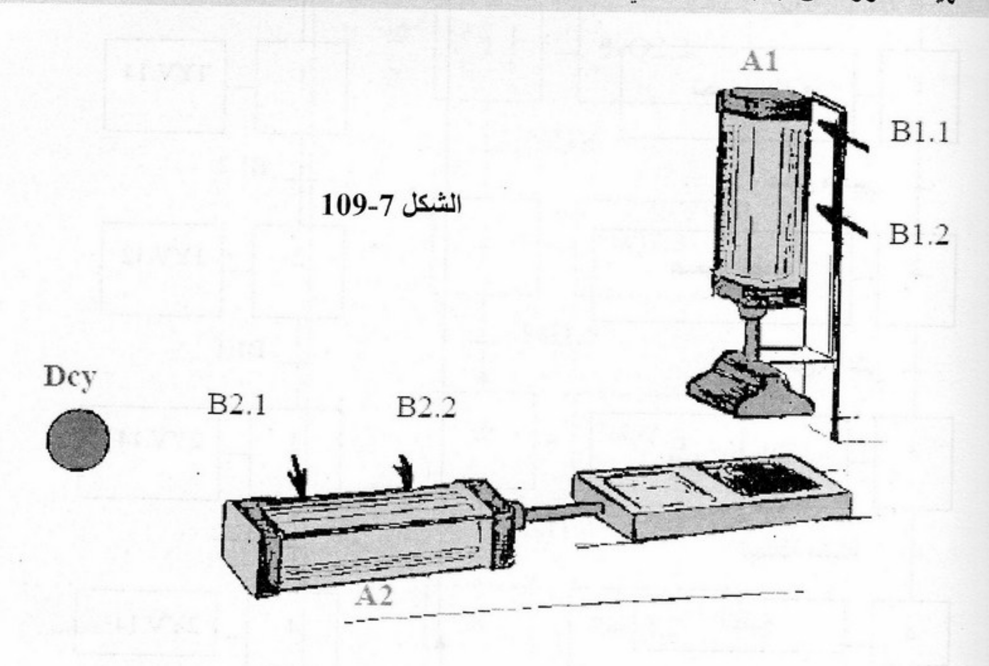


2- تمرين تطبيقي

نريد طبع بطاقات بطريقة آلية وذلك حسب الشكل 7-109

التشغيل

- توضع البطاقة التي نريد طبعها بطريقة يدوية في مكانها ، ثم يضغط المستخدم على الزر DCY
- ينزل الطابع في المحبر ثم يصعد ، تثبت البطاقة في مكانها ، طباعة البطاقة .
- تهيئة الدورة من جديد المحبر في مكانه ، نهاية الدورة



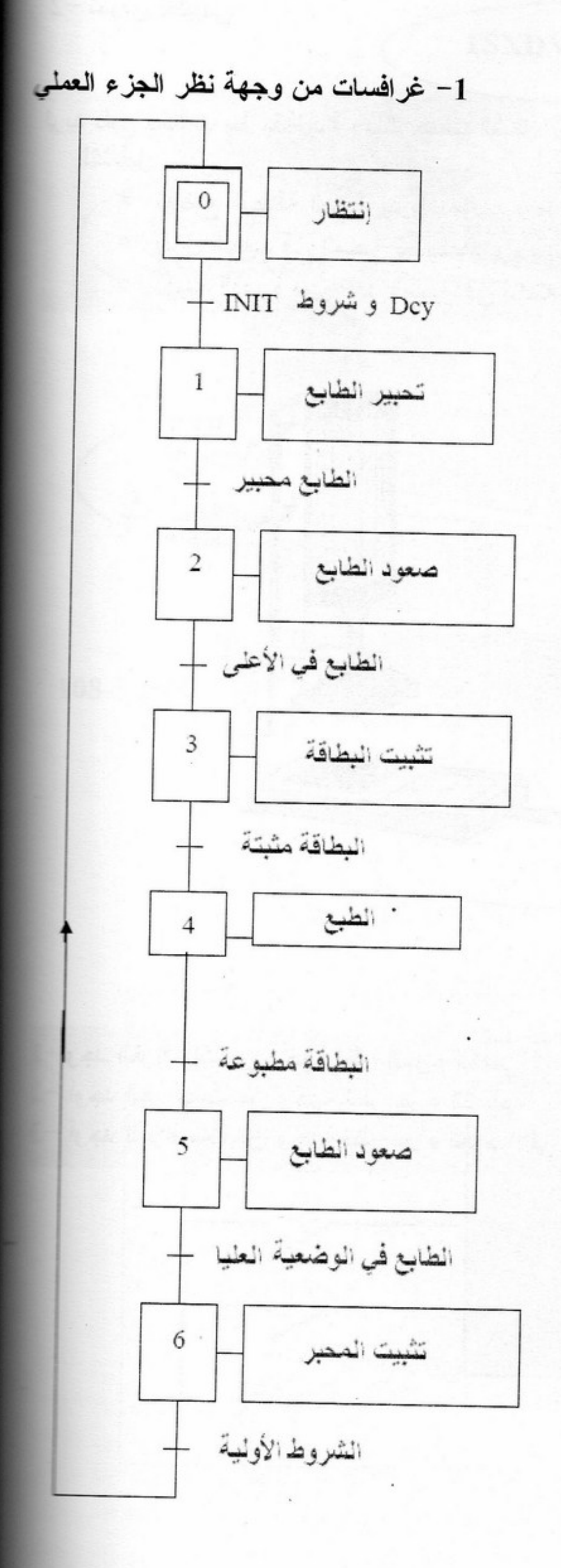
الشكل 7-109

1- أوجد الغرافسات من وجهة نظر الجرء العملي ؟
2- أوجد الغرافسات من وجهة نظر جرء التحكم ؟
3- أوجد الغرافسات من وجهة نظر جرء تحكم الآلي المبرمج ؟

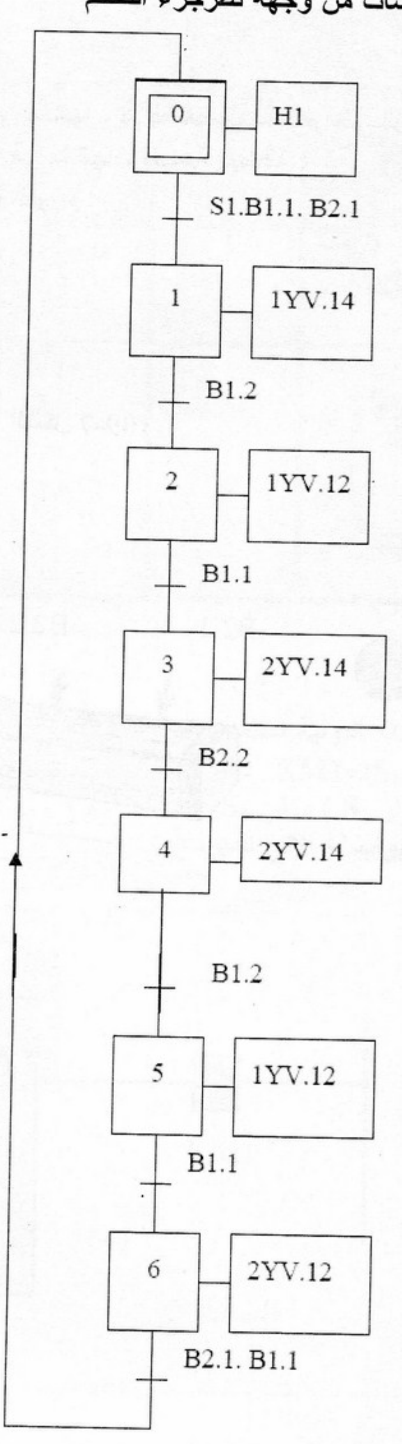
الحل

تجسيد الغرافسات

1- غرافسات من وجهة نظر الجزء العملي



2- غرافسات من وجهة نظرجزء التحكم



غرفسات من وجهة نظر جزء تحكم الآلي المبرمج

0 — %Q2.1

%I1.1 %I1.3 %I1.5

1 — %Q2.2

%I1.6

2 — %Q2.3

%I1.5

3 — %Q2.4

%I1.4

4 — %Q2.2

%I1.6

5 — %Q2.3

%I1.5

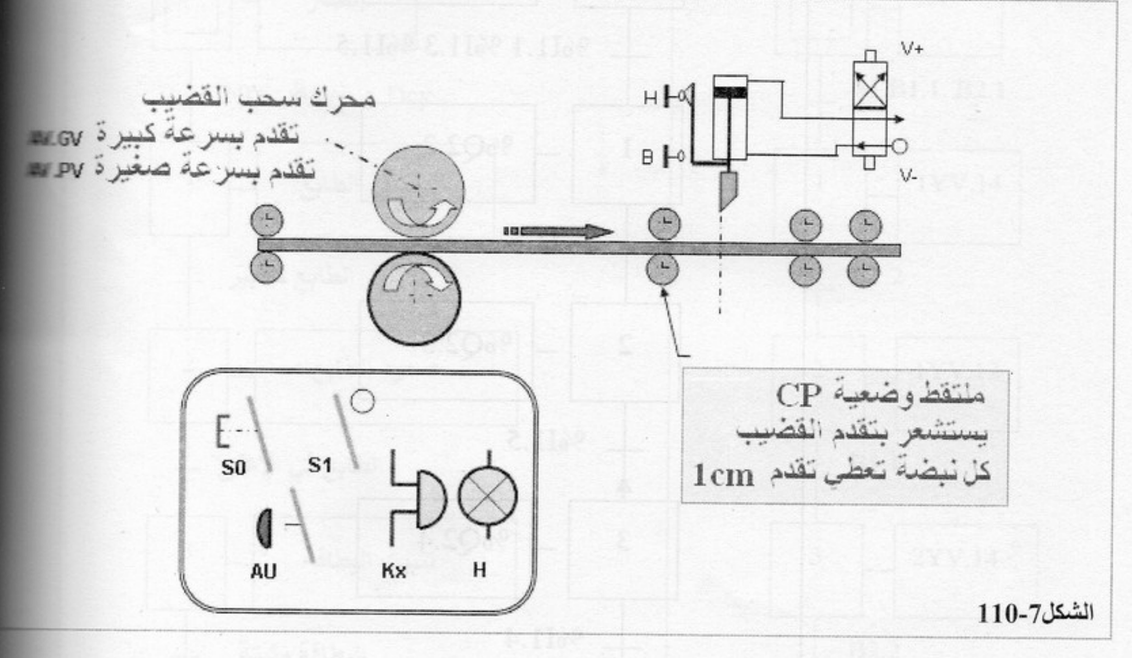
6 — %Q2.5

%I1.3 %I1.5

تـمـــاريـــن

تمرين01 :

ليكن النظام التالي الموضح بالشكل7-110



الشكل7-110

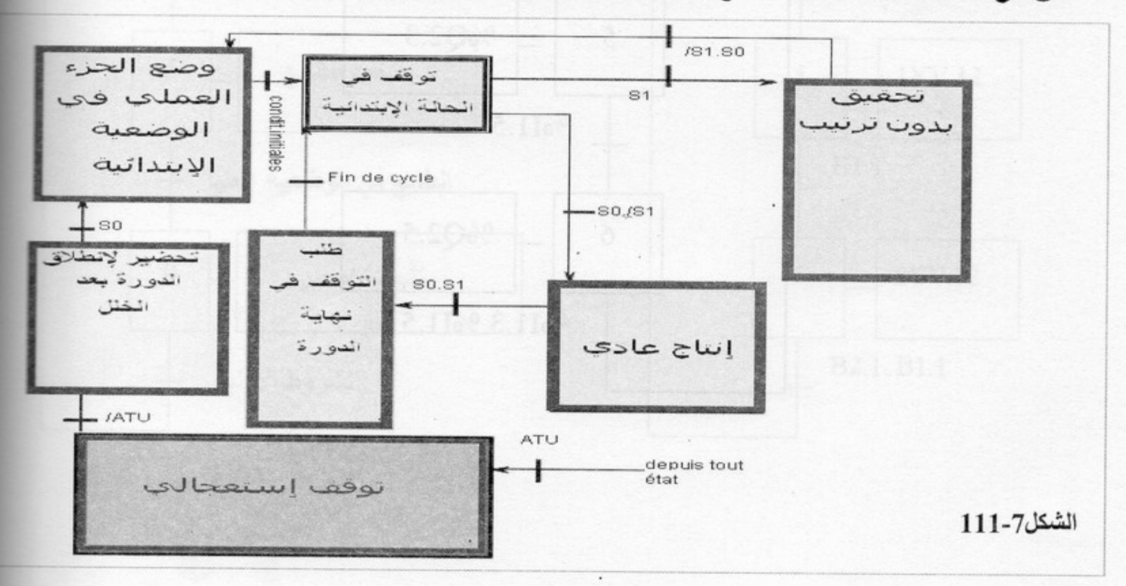
عند الضغط على الزر S0 تنطلق الدورة

نريد قطع قضيب الحديد إلى قطع طول كل قطعة 20cm ، يسحب القضيب بسرعة كبيرة و عندما تبقى 6cm لقطع الضب تنخفض سرعة المحرك إلى السرعة الصغيرة و بعد تأجيل قدره 3s تنطلق عملية القطع

المطلوب

1- أوجد المخطط الو ضيفي G P N

2- حقق مع الأخذ بعين الاعتبار د ا ع و ت (GEMMA) ختلف الغرافسات GC, GS الشكل 7-111



الشكل7-111

تمرين 02 :

نظام آلـــي لتوضيب الحليب يتضمن الأشغولات التالية :الشكل7-112

1ـ : الكـيل   2ـ : التلحيم

3ـ : المـلأ   4ـ : جـذب.الشـريط

تتكن أشغولة الكيل :

E_{V1} و E_{V2} صمامان كهربائيان .

$t_1=t_2=3s$ ملمسان موقوتان يتحكمان في E_{V1} و E_{V2} .

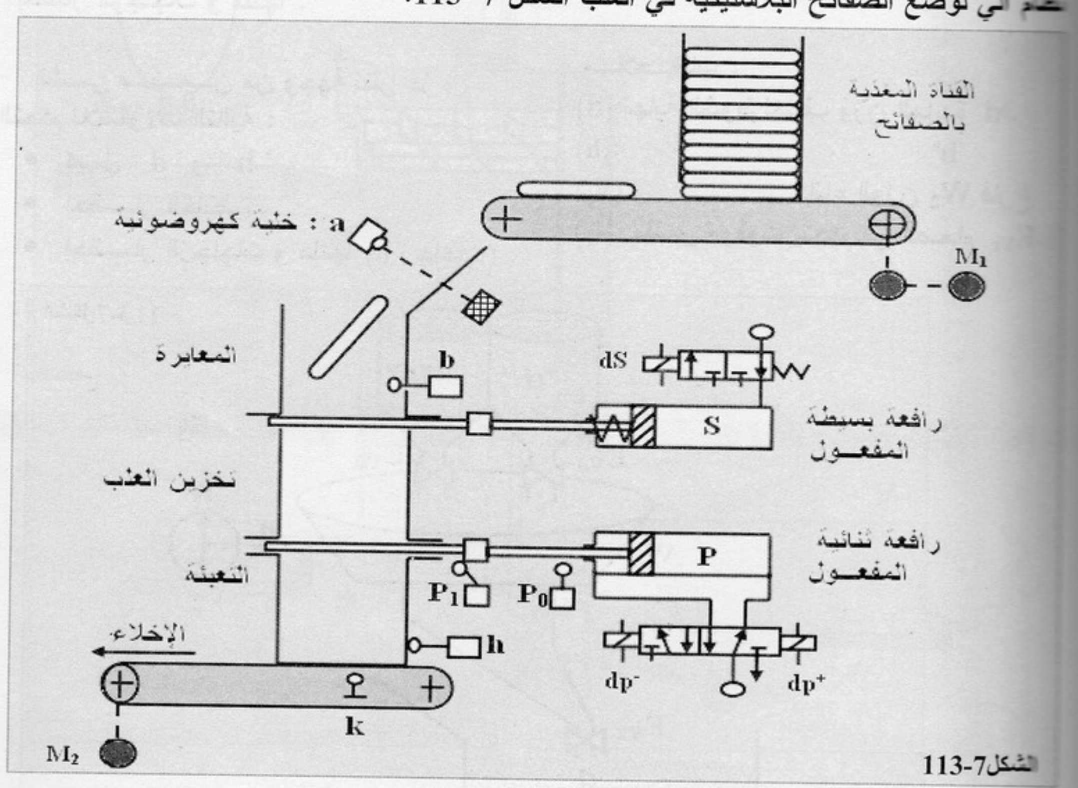
- أنشـئ الـ م ت م ن لهذه الأشــغولة من وجهة نظر جزء التحكم

a
حليب
E_{V1}
مكيال 1 لتر
E_{V2}

الشكل7-112

تمرين 03 :

نظام آلي لوضع الصفائح البلاستيكية في العلب الشكل 7-113.



الشكل7-113

يتضمن النظام الآلي الأشغولات التالية :

الأشغولة1 : الإتيان بالصفائح إلى قناة التخزين (10 صفائح) .

الأشغولة 2 : تخزين الصفائح داخل قناة التخزين .

الأشغولة3 : تعبئة العلب .

الأشغولة4 : إخلاء العلب .

1/ أنشـئ مـ ت ـ ن من وجهة نظر جزء التحكم للأشغولات التالية :

- الإتيان بالصفائح

- التخزيــن
- التعبئــة

2/ فسّــر الأمــر : (I / GPN (10 , 20 , 30 , 40

مــلاحــظـــات :

h : يكشف عن وجود العلبة في مكان التعبئة .

k : يكشف عن العلبة المملوءة .

b : تحريره يدل على التفريغ الكامل لقناة المعايرة .

تمرين 04 :

نظــام آلـــي لتحضير دواء فلاحي الشكل 7-114.

يتضمن الأشغولات التالية :

1 ــ كيل المادتين " d " و " h " .

2 ــ إحضار الخليط .

3 ــ مزج الخليط .

4 ــ إحضار الزجاجات و ملئها .

1- أنشـــئ مـــتـــمـــن من وجهة نظر جزء التحكم للأشغولات التالية :

- كيــل " d " و " h " .
- إحضـــار الخليط .
- إحضـــار الزجاجات و ملئها (6 زجاجات) .

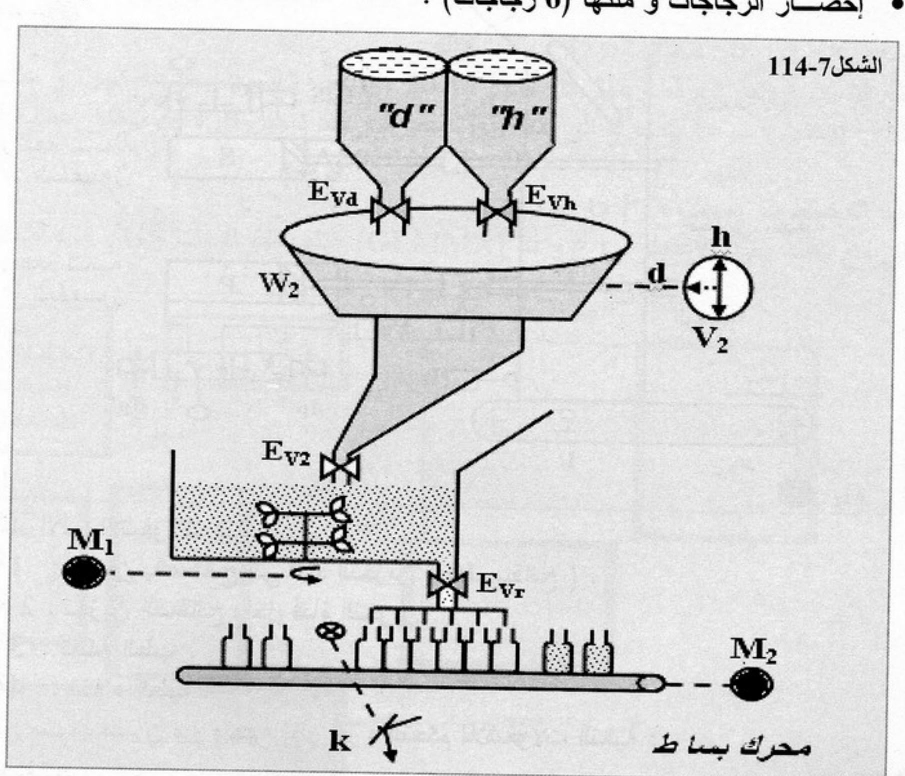
مــلاحــظات :

(d):نهاية الشوط لكشف وزن الما دة "d".

(h): " " " " "h"

(V_2): " " إناء الوزن W_2 فارغ

(t_r): ملمس موقوت يتحكم في الصمام E_{Vr}.



تمرين 05 :

نظام آلــي لصناعة الآجر الكلســي الشكل 7–115.

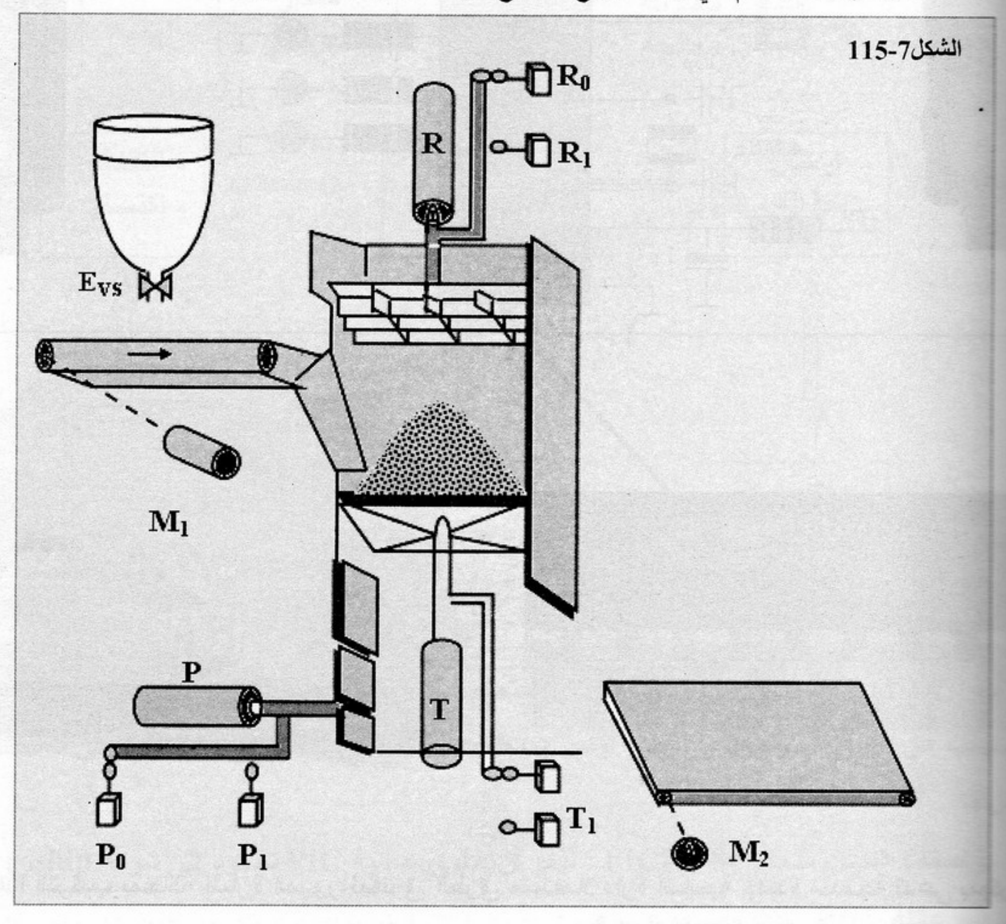
يحتوي النظام على 5 أشغولات منها :

- **الأشغولة 1 : مــلء المكبس .**
- **الأشغولة 2 : صنع الآجــر .**
- **الأشغولة 3 : دفع الآجــر .**

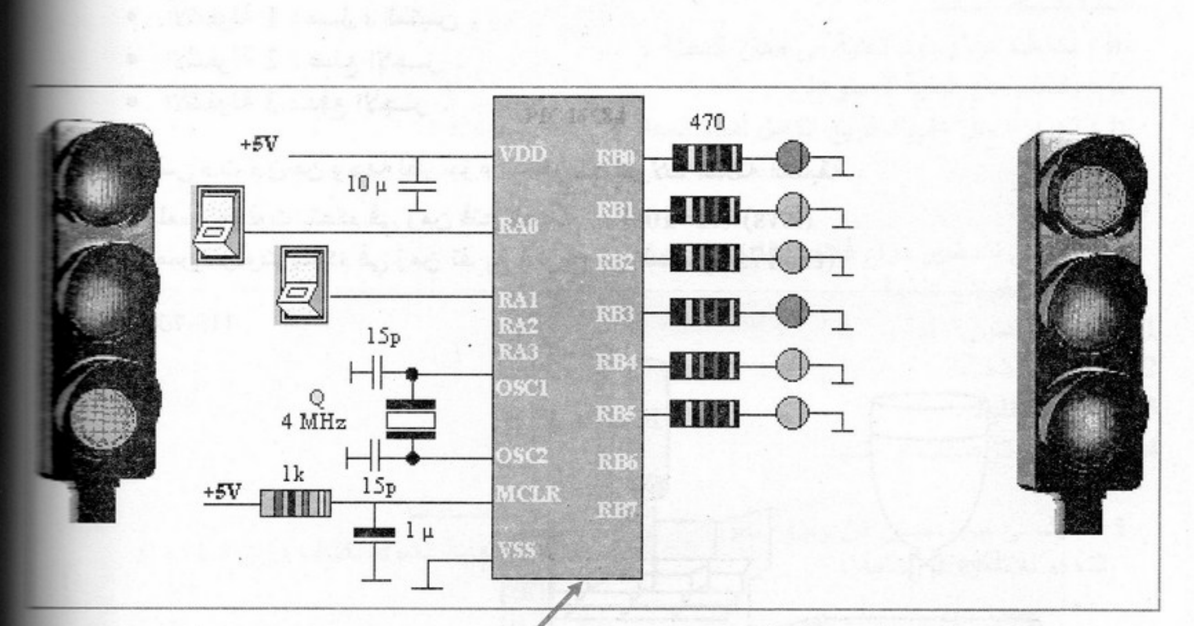
1- أنشئ م ت م ن من وجهة نظر جزء التحكم للأشغولات الثلاثة السابقة .

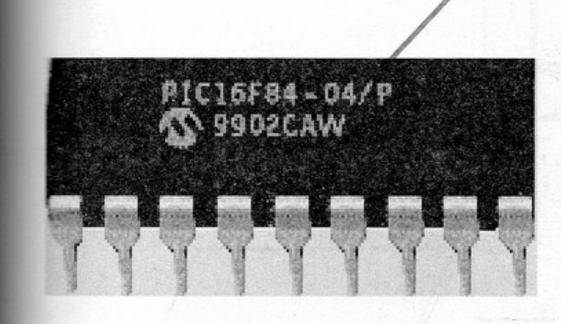
t1: ملمس موقوت يتحكم في زمن فتح الصمام (Evs) (t1=10s)

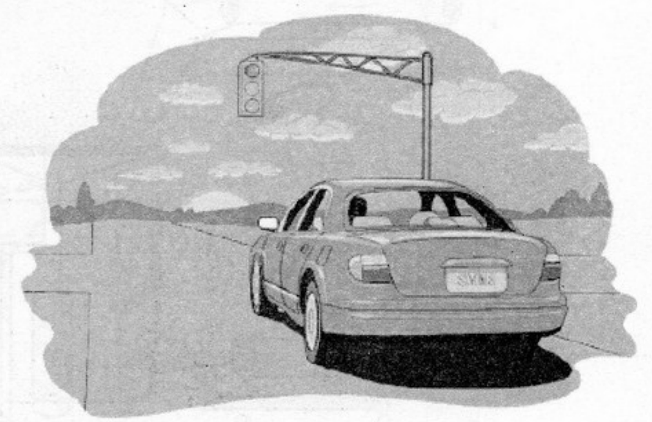
t1: ملمس موقوت يتحكم في زمن تفريغ المزيج من المكبس (t1=17s)



3 الدارات المنطقية على شكل دارات مندمجة







يسمح هذا التركيب بمحاكاة إشارة المرور لمفترق الطرق مستعملا دارة أساسية جديدة مندمجة تدعى بميكرو مراقب أو ميكرو متحكم **PIC16F84** الذي سوف نتعرف عليه في هذا الفصل .

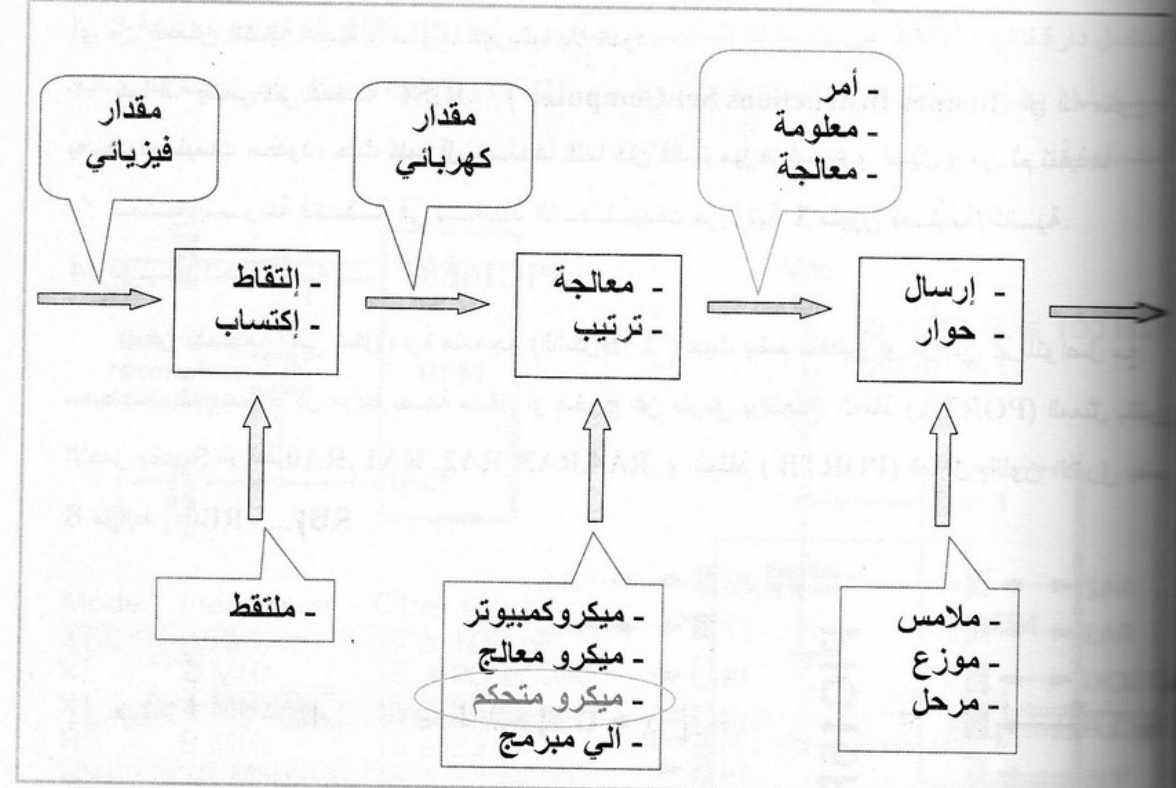
جلنا لا يعلم أن الميكرومتحكمات تغزو محيطنا في صمت و هدوء ، إذ صارت تتواجد في مجمل الأجهزة التي نستعملها : تلفاز، هاتف نقال ، آلة غسيل، ثلاجة ، مكيف هوائي ....فهي تتصرف كمبرمج آلي لكنها لا تكتفي بتوفير مجموعة من المداخل و المخارج المنطقية و إنما تتعداها إلى خصائص أوسع و أشمل بفضل وظائف أكثر تطورا مثل العد السريع، التحويل التماثلي- الرقمي.....

1) تعريف :

الميكرو متحكم هو جيل جديد و مطور من الميكرو معالج Microprocesseur وأن جميع ملحقات المعالج تم وضعها في شريحة واحدة .

يسمح الميكرومتحكم بتنفيذ تعليمات وفق برنامج مسجل في الذاكرة والذي يمكن تغييره حسب الاستعمال

2) وضعية الميكرومتحكم داخل نظام آلي :



نلاحظ من خلال الرسم الكامل أن وظيفة الميكرو متحكم في نظام آلي هي ترتيب و معالجة المقدار الكهربائي المكتسب عن طريق الملتقطات و إعطاء أوامر و معلومات للمتصدرات التي بدورها تتحكم في المنفذات لإنجاز عمل ما .

3) مواصفات الميكرومتحكم PIC16F84 : نذكر أن حقوق تسمية PIC تعـود إلى شركة Microship

يتضم عائلة PIC ثلاث مجـموعات هي :

* Base-Line التي تستعمل تعـليمة بـ 12 بيت.
* Mide-Range التي تستعمل تعـليمة بـ 14 بيت والتي ينتمي إليها PIC 16F84 .
* High-End التي تستعمل تعـليمة بـ 16 بيت

يـعـرف الميكرو متحكم من خلال عناصر تسميته حيث: PIC : 16 F 84 -10

ـ 16 : تشير إلى فـئـة Mide-Range-

ـ F : ذاكـــــــرة من نـــوع FLASH .

ـ 84 : النوع الخاص بالـ PIC .

ـ 10 : السرعة الأعظمية للكوارتز أي 10MHz

* يبرمج بـ 35 تعليمة.

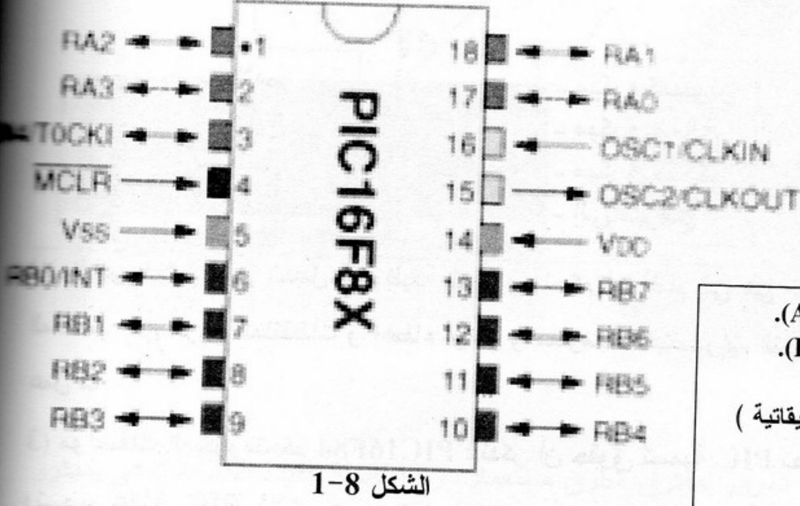
* بإمكانه أن يخزن في ذاكرته برنامجا بـ1024 تعليمة، وهي ذاكرة من نوع EEPROM (FLASH) أي من الممكن الكتابة عليها و محوها كهربائيا بلا حدود.

* كما أنه ينتمي إلى فـئــة RISC. (Reduce Instructions Set Computer) أي أنه مكون بعـدد تعـليمات محدود، حيث كلما قل عـددها كلما كان فك ترميزها أسرع و أسهل و من ثم تنفيذها.

* يتمتـع بسـرعة فائــقــة في تـنفيـذ التـعــلـيمات من رتبة 1 مليون تعـليمة/ ثانــية.

4) البنيـــة الخارجيـــة لـ PIC16F84 :

يمكن تقــديمه على شكل دارة مندمجة (الشكل8-1) حيث يضم منفذين أو مرفئين 2 للتواصل مع محيطــه. يتم إعــداد كل مربط بصفة مدخل أو مخرج عن طريق برمجته. المنفذ (PORTA) الممثل باللون الأحمر يضم 5 مرابط RA4,RA3, RA2, RA1 ,RA0 و المنفذ (PORTB) الممثل باللون الأزرق يضم 8 مرابط :RB7......RB0 .



الشكل 8-1

RA4.......RA0: المنفذ (المرفأ A).
RB7.......RB0: المنفذ (المرفأ B).
VSS , VDD: التغذية
OSC1 OSC 2: الدارة المهتزة (ميقاتية)
MCLR: دارة الإرجاع إلي الصفر

يحــتاج الــميكرو متحكم إلى ملــحقــات لإشــتــغــاله منها:

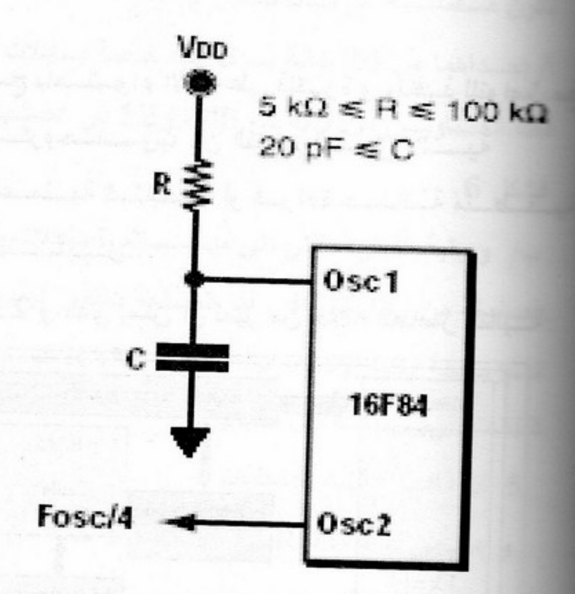
4-1/ التغـــــذيـــــة :

تــتــــم تــغــذية الــدارة بواسطة تــوتر مستمر بين المــربــطــين (-Vss) و(+Vdd) يتراوح بين 4 فولط و6 فولط لأصناف RC ,XT,LP و بين 4.5 و 5.5 فولط لصنف HS .

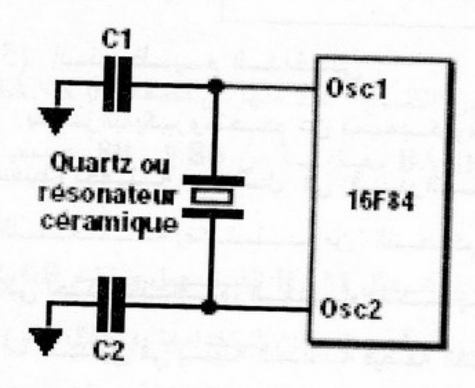
و بما أن PIC16F84 من تكنولوجية CMOS فإن استهلاكه محدود قد لا يتعدى **2** ميلي أمبير.

4-2/ إشارة الساعة:

إن الساعة عنصر أساسي في الميكرومتحكم حيث تنظم تزامن اشتغال المنطق الداخلي و تنسق بذلك تنفيذ التعليمات الذي هو سر اشتغال التجهيز. فيما يتعلق بـ PIC فإن تواتر ساعته الداخلية يساوي **4/1** تواتر الساعة الخارجية, أي أنه إذا استعمل دارة تنتج 1MHz كان بإمكانه تنفيذ تعليمة خلال **400 ns** ! و هي سرعة لا يستهان بها. تستعمل هذه الساعة المربطين OSC1 وOSC2 و يمكن إنجازها بتراكيب مختلفة.



شكل 2 : تحقيق إشارة الساعة بإستعمال الدارة الكهربائية R C

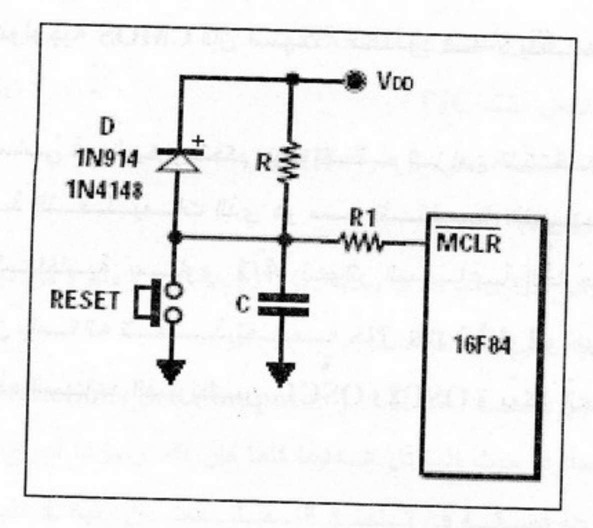


Mode	Fréquence	C1 et C2
XT	455 kHz	47 à 100 pF
XT	2 MHz	15 à 33 pF
XT	4 MHz	15 à 33 pF
HS	8 MHz	15 à 33 pF
HS	10 MHz	15 à 33 pF

شكل 3 : تحقيق إشارة الساعة بإستعمال الكوارتز Quartz

4-3 / دارة إعادة التهيئة RESET:

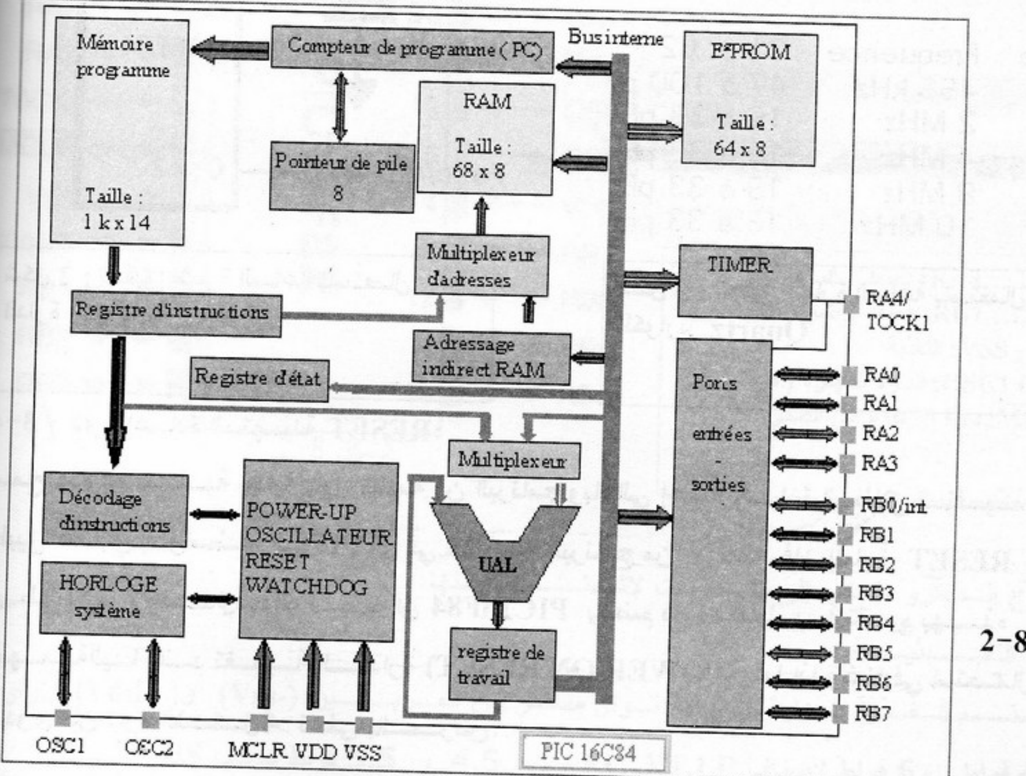
تسمح هذه العملية ببداية بأول تعليمة من البرنامج وبالتالي إعطاء إشارة انطلاق تنفيذه. في تطبيق عادي بواسطة الـPIC أي في حالة خلو البرنامج من أي خطأ فإن إشارة RESET لا تعطى إلا مرة واحدة لذلك نجد أن PIC16F84 يضم دارة داخلية تقوم بهذه المهمة آليا عند تغذية الدارة (POWER ON RESET). أما إذا رغبنا في استعمال يدوي فإن دارة الشكل **4** تفي بالغرض.



5) التنظيم الداخلي :

يتميز البميكرومتحكم عن المميكرومعالج باحتواء الأول على ذاكرة و منافذ للتواصل مع محيطه تجعله يماثل في قدراته الميكروحاسوب .إن الفهم الدقيق لآلية إشتغاله يمكننا من التحكم في عملية كتابة أو قراءة حالة منطقية على أحد منافذه، القيام بالحسابات، التأجيل...

أما التدقيق في بنيته الداخلية فيصفه الشكل **8-2** و الذي يمكن أن نميز من خلاله العناصر التالية:



الشكل 8-2

5-1/ ذاكــرة البــرنـــامج :

و هي ذاكــرة EEPROM أو E^2PROM من فئـــة Flash تتكــون مــن 1 ك كلمة (1024) من 14 بيت مخصصة لكتابة البرنـــامج . يبـدأ حـــيز هــذه الــذاكـــــرة عند الــعـــنـــوان 0000 و ينتـــهي عـــــــند 3FFh الحــرف h يشير إلى الترميز الســداسي عشرHexadécimal .

العناوين من 0000 إلى 0004 خاصة بالميكرومتحكم، و البقية مخصصة لكتابة البرنامج.

5-2/ ذاكــرة RAM :

إن تـنـفـيـذ أي برنامج يتطــلب احتفاظــا مؤقـتـا بالمعطيات، يوضع تحت تصرفه لهـذا الغــرض حيــز من الذاكـــرة يســمى RAM تتميــز بمسحــها عـنـد قــطــع التـغـــذيـــة.

تكون مــقســمة إلى مــنطقـــتين :

أ/ إحـــداهما من 24 خانة بــ 8 بيت خاصة بسجلات تســيير النظـــام ، 12 منها في الصفحة BANK 0 ذات العـــناويـــن من 00 إلى 0B ، و12 في الصفحة BANK 1 معـنـونـــة من 80 إلى 8B حســب الشكل 6.

ب/ و بقية الذاكرة التي تلي مبـــــاشرة سجلات التشغـيل فتـــمثل RAM المستــعمل و تضم 68 خانة معـــنونة من 0C إلى 4F ، أما المساحة باللون الرمادي فهي فارغة و لا يمكن استخدامها. و خلال البـرمــجة تجب الإشارة إلى عـــنوان RAM المـبدئي الـذي تـنـطـلـق منـــه الكـتابة و كــذلك عـدد الخانات المخـــصصة لكل متغـير.

5-3/ ذاكــرة الــمــعــطيات :

و هي من نوع EEPROM ذات 64 خانة من 8 بيت مــعــنونة من 00 إلى 3F تخزن بها المعطيات بشكل دائم.

5-4/ السـجــلات الــخـــاصـــة :

توجـــود هذه السجلات في ذاكـــرة RAM ،قسم منها في الصفحة 0 و الآخر في الصفحة1 ،كما أن بعضها يوجد في الصفحتين معا لتسهيل الوصول إليه، عددها 16 و هي ذات تسميات و وظــائف ممــيزة دورها في تسيير الــميكرو متحــكم . نقدم أهمها بشكــل مــبسط فيما يلي :

خريطه السجلات REGISTER FILE MAP - PIC16F84A

File Address	بنك 0	بنك 1	File Address
00	Indirect addr.(1)	Indirect addr.(1)	80
01h	TMR0	OPTION_REG	81h
02h	PCL	PCL	82h
03h	STATUS	STATUS	83h
04h	FSR	FSR	84h
05h	PORTA	TRISA	85h
06h	PORTB	TRISB	86h
07h			87h
08h	EEDATA	EECON1	88h
09h	EEADR	EECON2(1)	89h
0Ah	PCLATH	PCLATH	8Ah
0B	INTCON	INTCON	8B
0C	68 General Purpose Registers (SRAM) للمستخدم	Mapped (accesses) in Bank 0 صوره طبق الاصل من بانم	8C
4F			CF
50h	غير موجودة		D0h
7Fh			FFh
	Bank 0	Bank 1	

☐ Unimplemented data memory location; read as '0'.

Note 1: Not a physical register.

الشكل 8-3

1-4-5 /سجل الحالة Registre d'état :

أو سجل STATUS ، يعطي دلالات متعددة عن نتائج العمليات الحسابية أو حالة التهيئة للـµ متحكم .... كما يسمح بتحديد القطاع المستعمل في ذاكرة RAM من الصفحتين 0 أو1 من أجل الوصول إلى سجلاتالإعداد Configuration.

7	6	5	4	3	2	1	0
		RP0	TO	PD	Z	DC	C

البيت0: C(Carry) يشير إلى احتفاظ خلال عملية حسابية.

البت1: DC(Digit Carry) " " على الأبيات الأربعة الأولى، كما يستعمل في ترميز BCD .

البت2: Z(Zero) =1 إذا كانت نتيجة عملية تساوي 0 .

البت3: PD(Power Down) يوضع في 0 إذا وضع الـ μ متحكم في حالة سبات mise en veille بواسطة التعليمة Sleep ، و يأخذ قيمة 1 بعد إعادة التغذية.

البت4: TO(Time Out) يأخذ القيمة 0 في حالة انقضاء زمن التأجيل الذي يفرضه "الحارس" Watch dog.

البت5: RP0(Register page zero) يسمح بتحديد إحدى الصفحتين 0 أو1 بحيث من أجل –

RP0=0 تحدد الصفحة 0

RP0=1 تحدد الصفحة 1 من ذاكرة RAM.

يثبت البيتان RP1 وRP2 عند 0 في PIC16F84.

5-4-2 /سجل العمل Registre de travail :

يرمز له بW و يلجأ إليه في أحيان كثيرة خاصة في العمليات الحسابية.

5-4-3/ السجلان TRISA-TRISB :

يعيّنان اتجاه كل خط في المنفذين A وB . يبرمج كل خط كمدخل إذا أرفق بالقيمة 1 ، و كمخرج إذا أعطي القيمة0.

5-4-4/ المنفذان PORTA, PORTB :

يمكّنان الميكرو متحكم من الاتصال الفعلي مع محيطه حيث يضم الـPIC 16F84 ، 13 خطا من المداخل و المخارج موزعة على منفذين على التوازي ثنائيي الإتجاه :

ـ5 على المنفذ A من . RA0 ....RA4

ـ8 على المنفذ B من RB0........RB7

يقوم TRISA وTRISB بتحديد اتجاه كل منهما كما سبق ذكره.

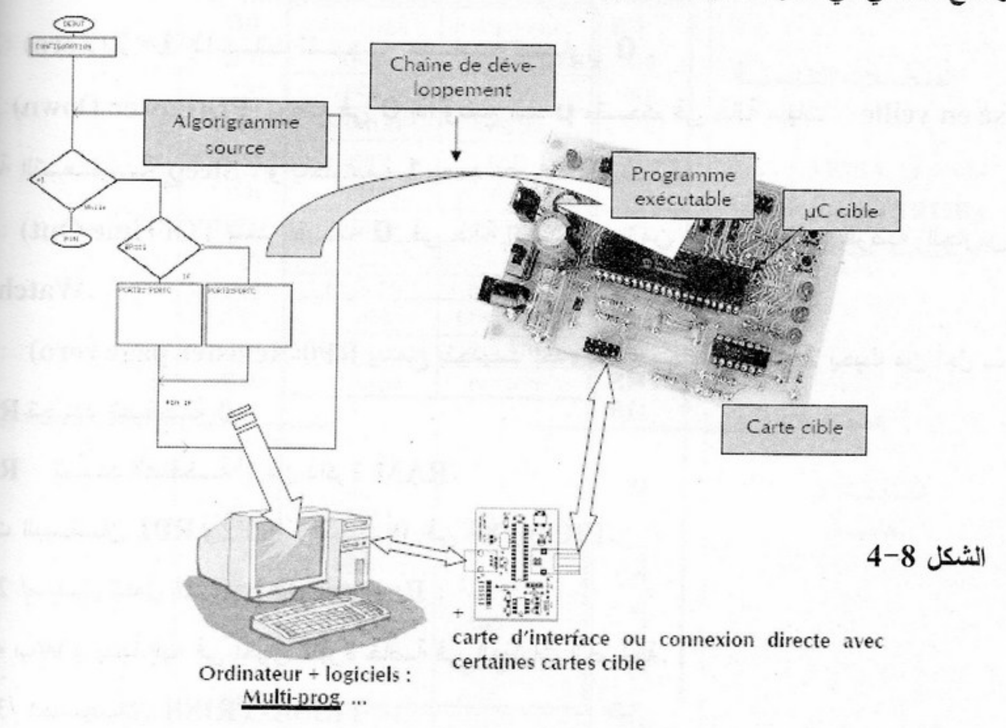
6) برمجة الـ PIC16F84 :

إن برمجة الدارة المندمجة تتطلب تجهيزا معينا يتمثل في العناصر التالية:

ـ حاسوب شخصي .

ـ برمجية MULTIPROG.وهي عبارة عن لغة بيانية تتمثل أساسا في ترجمة مباشرة للخوارزميةAlgorithme أو للمتمنGrafcet إلى لغة الآلة.

ـ دارة مبرمج Programmateur de PIC. وهو دارة الوصل بين الحاسوب و PIC من أجل نقل البرنامج الأصلي في ذاكرة الدارة المندمجة.



الشكل 8-4

6-1/ الخوارزمية :

كلمة خوارزمية Algorithme مشتقة نسبة إلى العالم العربي المشهور الخوارزمي الذي قام بوضع أسس حل المسائل بشكل تتابعي .

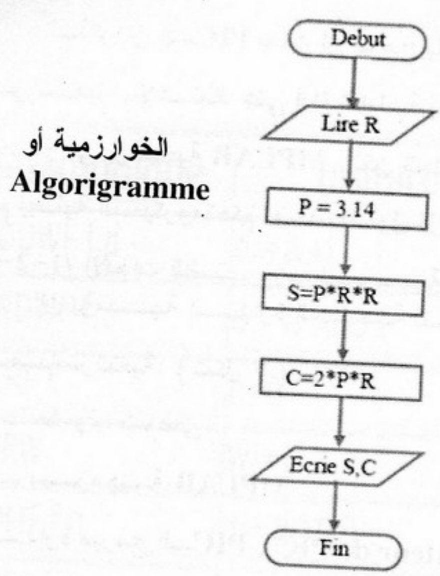
الخوارزمية هي عبارة عن مجموعة من الخطوات المتسلسلة التي تصف بصورة مضبوطة و بدون أي غموض جميع الخطوات الرياضية و المنطقية اللازمة لحل مسألة ما . يمكن تمثيل هذه الخوارزمية بعد إيضاح جميع التعليمات و الأوامر المتسلسلة التي يراد تنفيذها في كل خطوة بمخطط وصفي تسلسلي يدعى بمخطط سير العمليات أو البيان التنظيمي المهيكل أو الخوارزمية البيانية (L'organigramme) و ذلك باستخدام مجموعة من الأشكال الإصطلاحية الرمزية و التي نبينها في شكل التالي :

الاسم	الرمز	ماذا يمثل ؟	مثال
الإهليج		يستعمل في بداية و نهاية البيان .	Debut
متوازي الأضلاع		يستعمل في إدخال و إخراج المعلومات (الكتابة و القراءة)	Lire Rb0
المستطيل		يستعمل لمعالجة المعلومات	Y=x+b
المعين		يستعمل لمناقشة الشرط .	Non X=0 Oui

ـثـال 1 : أوجد الخوارزمية البيانية لحساب مساحة S ومحيط C لدائرة نصف قطرها R .

طريقة العمل :

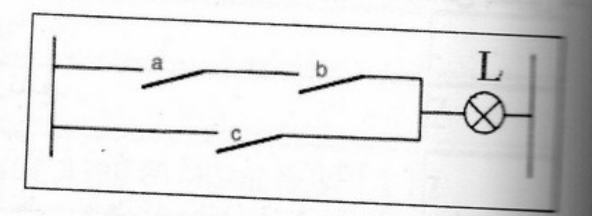
- إبدأ
- إقرأ R
- ضع قيمة P= 3.14
- أحسب المساحة S من المعادلة $S= P*R^2$
- أحسب المحيط C من المعادلة C= 2*P*R
- أكتب قيم كل من S , C
- توقف

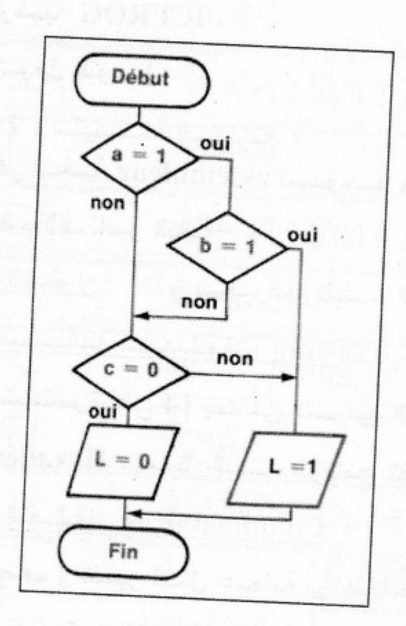


الخوارزمية أو
Algorigramme

ـثـال 2: ليكن التركيب الكهربائي التالي :

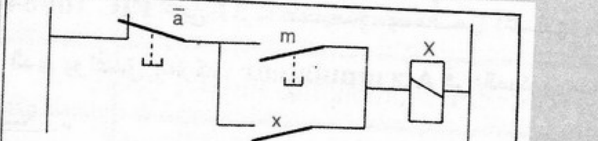
L = ab + c





ـشـاط : أوجد الخوارزمية البيانية للتركيب التالي :

$X= \bar{a}(m+x)$



2-6 البـــرمجـــة بلـــغـــة Assembleur :

نـــذكر أن الـــPIC يمكن أن يبرمج بأكـــثر من طريقـــة , و نكتفي في دراستنا بلغـــة Assembleur التي تـــتميز بالإعـــتماد على أداة شاملـــة يمكن التـــزود بها مجـــانا على موقـــع Microship و تتمـــثل في برمـــجية MPLAB , لكن السلبية الأساسية هي أن مستعـــمل هذه اللـــغـــــــــة يجب أن يلم ببـــنية الـــميكرومتحكم و بمـــدلـــول كل تـــعـــليمـــة مما يجـــعـــل احـــتمال الخطأ مرتفـــعـــا.

6-2-1/ الأدوات الضـــــرورية للبـــرمـــجة:

إن برمـــــجة الـــــدارة المـــندمجة تتـــطـــلب تجـــــهـــيـــزا معـــيـــنا يتـــمـــثـــل في الـــعـــناصرالتالية: (شكل 7)

- حاسوب شخصي .
- بـــــرمجيـــة MPLAB .
- دارة مبرمـج الـــPIC , Programmateur de PIC .
- برمجية ICPROG .
- كـــوابل للتوصيل.

6-2-2 / هـــيكـــلة الـــبرنامج :

في لـــغـــة assembleur تـــوجـــد هيـــكلة محـــددة تنـــــــظم كتابة البرنامج الخاص بتطبيق ما حيث تضم العـــناصر التالية:

أ/ ـ العـــنوان: الذي يـــعـــرف وظيفـــة البـــرنامج.

ب/ ـ قـــــائمة التـــعـــليمات: Listing

وهي مشفـــــرة على 14 بيت في التـــرميز الثـــــائي , وعلى 4 وضعـــيات في السداسي عشر Hexadécimal . تمـــثل البـــــــرنامج الفـــعـــلي للتطبيق.

جـــ/ ـ التعـــليقات:Commentaires

وهي وصف و تفسير لـــكل عـــملية من البرنامج سطرًا بسطر بتفصيل يمكّن كاتب البرنامج أو غيره من فهمه عـــند استعـــمالاتـــه المتكررة , متجاوزا اختصارات التعـــليمات المبهمة. خلال تـــنـــفـــيذ البرنامج يتم تجاهل هذه البيانات.

يـــتوفـــر الـــPIC 16F84 على 37 تـــعـــليمة , يستعـــمل أغـــلبها سجل العـــمل Working W (register) الذي يوافـــق المركم Accumulateur في الميكرو متحم

مـــــلاحـــــظـــة:

من بين التـــعـــليمات الـــ37 توجد 2 خاصتان بالـــPIC 16F84 و هما OPTION و TRIS . لتسهـــيل التعـــامل معـــها يمكن تصنيف هذه التعـــليمات حسب مقاييس عـــديدة منها :

ـ وظـيفتـــها: جمع , مسح , حركة , دوران.......

ـ نوع المتعـــامل : بيت , أوكتي , سجل , بدون متعامل.....

يبين الجدول التالي مدلول كل منها.

mnémonique	Instructions sur les registres (octets)	bits modifi
ADDWF f,d	d:=W+f	C,DC,Z
ANDWF f,d	d:=W AND f	Z
CLRF f	f:=0	Z
CLRW	W:=0	Z
COMF f,d	d:=NOT(f)	Z
DECF f,d	d:=f-1	Z
DECFSZ f,d	d:=f-1 ; Skip if Zero	.
INCF f,d	d:=f+1	Z
INCFSZ f,d	d:=f+1 ; Skip if Zero	.
IORWF f,d	d:=W OR f	Z
MOVF f,d	d:=f (permet de savoir si f=0 en faisant MOVF f,1)	z
MOVWF f	f:=W	.
NOP	n'effectue aucune opération	.
RLF f,d	d=f SHL 1 C 76543210	C
RRF f,d	d=f SHR 1 C 76543210	C
SUBWF f,d	d:= f-W(en complément à 2-->d:=f + not (W) +1)	C,DC,Z
SWAPF f,d	d:= f[4..7] <--> f[0..3] (inverse les quartets)	.
XORWF f,d	d:= W XOR f	Z

يـحــتاج بـنـــاء البــرنامج إلى ديـــباجــة خاصـــة تــتمــثل في إعلانات إجبارية تحــدد نوع الµC و تعــرّف المتــغـيرات , و تـــعــيّن المــداخل و المخارج , كما تــحـــدد حيز الذاكرة و تُــهيّؤها .
نــحاول من خـــلال أمثــلة تــطبيــقــيـــة الــتطــرق إلى طريــقـــة بنـــاء بـــرنامـــج بكل مـــراحــله.

مــــلاحـــظة:

قبل الخوض في هذه الأمثلة لا بأس من الإطلاع على اصطلاح استعمال بعض الرموز خلال كتابة هذه البرامج

f(b) البيت المعيّن للسجل f

d=0 النتيجة في سجل العمل w

d=1 النتيجة في السجل f

f عنوان سجل أو خانة ذاكرة (h00 حتىhFF)

(f) محتوى السجل المعيّن

k أو قيمة عــددية étiquette

(k) قيمةk

w سجل العمل

(w) محتوى سجل العمل

مــــثـــــــــال : يسمح هذا البرنامج من تشغيل شاهد ضوئي موجود في المخرج RB0

```
;Titre du programme : PROG1
;Ce programme allume la LED branchée sur la
;sortie RB0 (bit 0 du Port B) et la laisse
;indéfiniment allumée.
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;                          DIRECTIVES
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
                    PROCESSOR       16F84
                    RADIX            HEX
                    INCLUDE          « P16F84.INC »
                    __CONFIG        3FF1
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;                     VECTEUR de RESET
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
        ORG         00                  ;Vecteur de Reset.
        GOTO        START               ;Renvoi à l'adresse EEPROM 05
                                         (hexa)
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;                     INITIALISATIONS
```

```
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
START    ORG      05                    ;Saut introduit pour passer au-dessus
                                        ;des 5 premières adresses de la
                                        mémoire
                                        ;EEPROM (00 – 01 – 02 – 03 et
04).
         CLRF     PORTB                 ;Initialise le Port B.
         BSF      STATUS,RP0            ;Met à 1 (set) le bit 5 (RP0) du
                                        ;registre d'état (STATUS).
                                        ;Autrement dit : sélectionne la
                                        ;page 1 du Register File (adresses
                                        ;de 80 à 8B) dans laquelle se trouve
                                        ;le Registre STATUS (à l'adresse
                                        83).
         MOVLW    b'00000000'           ;Met la valeur binaire 00000000
                                        ; dans le registre W, matérialisant
                                        ;  ainsi notre   intention d'utiliser
                                        les8 lignes du
                                        ;Port B comme SORTIES.
         MOVWF    TRI                   ;Port B configuré, mais encore en
                                        ;haute impédance (Trhee-state).
         BCF      STATUS,RP0            ;Retour à la page 0 du Register File.
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;                         PROGRAMME
;++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
LOOP     BSF      PORTB,0               ;Allume la LED, car l'instruction
                                        ; « BSF » met à 1 (set).
                                        ;Dans le cas présent, elle met à 1 le
                                        ;bit zéro du Port B (PORTB,0).
         GOTO LOOP                      ;Le programme se reboucle.
                                        ;La LED reste indéfiniment
allumée.
         END                            ;Fin du programme.
```

3-2-6/ استـعـمـال بـرمـجـيـة MPLAB و ICPROG

ـ ان برمـجية MPLAB أداة خاصة بكل الميكرو متحكمات PIC , و هو برنامج يمكن التزود به مجانا على موقع Microship .

يسمح بكتابة و ضبط و تصحيح البرامج.حيث يضم في آن واحد :

ـ محرر نص (يكتب تعليمات البرنامج) بامتداد asm. Editeur

ـ برمجية لتحويله إلى لغة الآلة بامتداد hex.

ـ مقلد لمشاهدة تنفيذ البرنامج .Simulateur الذي يسمح باختبار أيّ تطبيق من خلال مشاهدة حالة السجلات,الذاكرة,المداخل و المخارج على الدارة المقلدة.

يجب أن تحمل جميع الملفات المرفقة لمشروع ما نفس التسمية للمشروع و لا تختلف الا الامتدادات.

ب ـ أما برمجية ICPROG فيتمثل دورها أساسا في شحن ذاكرة PIC بالبرنامج ذي الإمتداد hex.

وبالتالي الإنتقال بالتطبيق من الجانب النظري إلى الجانب العملي .

نحتاج في هذه العملية إلى دارة خاصة تسمى "المبرمج" Programmateur de Pic

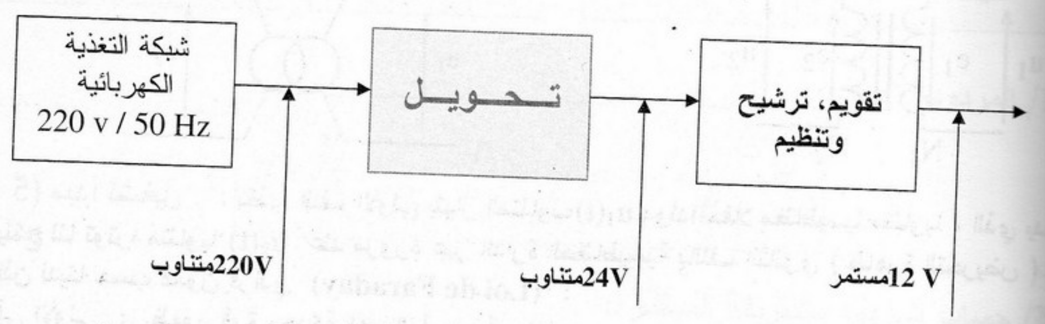
يمكن انجازها بتراكيب متعددة و متنوعة. نختار من بين أبسطها تركيب jdm.

نحاول فيما يلي شرح طريقة العمل بالبرمجيتين من خلال الخطوات الفعلية , ومختلف الشاشات التي توجهنا في برمجة الدارة.

6-2-4/ كيفيـــة تشغيـــل برنـــامـــج MPLAB

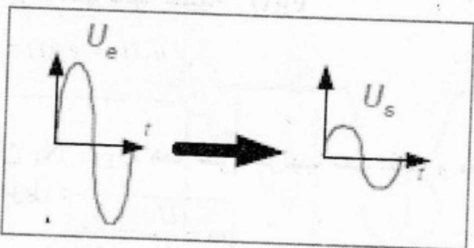
➢ تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 8-1 »

4 تحـول الـطـاقـة الكـهـربـائـيـة

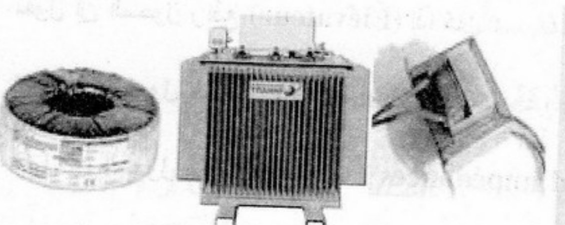


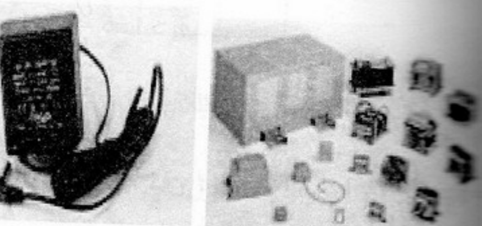
تتم عملية تحويل الطاقة الكهربائية عن طريق المحول Transformateur .

1) تعريف المحول : هو عبارة عن آلة كهربائية ساكنة تقوم بتغيير سعة المقادير المتناوبة بدون تغيير ترددها .



2) أنواع المحولات :



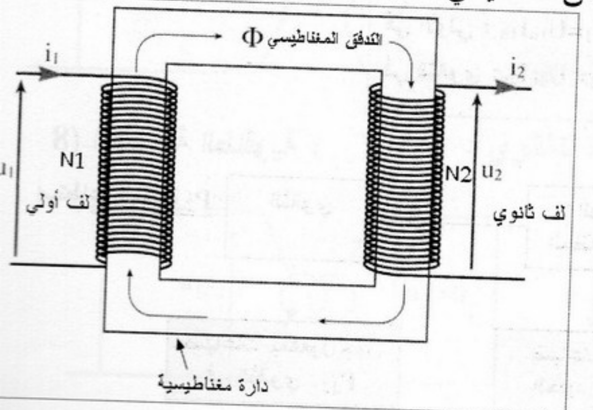


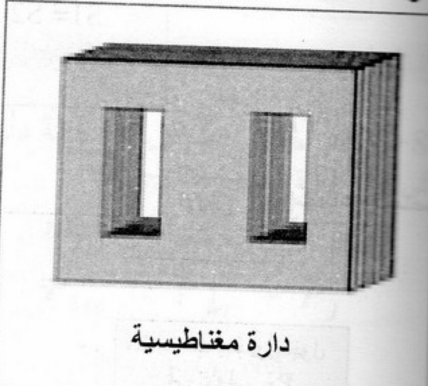
3) التكوين : يتكون محول أحادي الطور من لفين معزولين كهربائيا عن بعضهما البعض :

لف أولي عدد لفاته N_1 موصول بمنبع لتوتر جيبي و يعتبر كآخذة .

لف ثانوي عدد لفاته N_2 موصول بحمولة كهربائية و يعتبر كمنبع لتوتر جيبي .

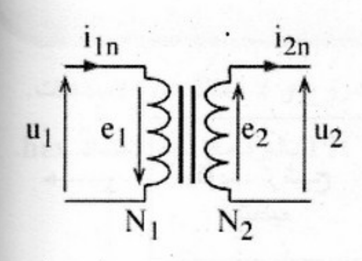
دارة مغناطيسية مكونة من صفائح مورقة يجتازها تدفق مغناطيسي متناوب .

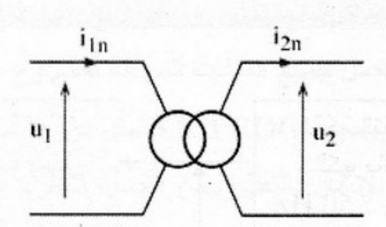




دارة مغناطيسية

4) الرمز :





5) مبدأ تشغيل : يغذى اللف الأولي بتيار المتناوب**$u_1(t)$** مولدا حقلا مغناطيسيا متناوبا ، الذي بدوره ينتج لنا توترا متناوبا **$u_2(t)$** عند مروره عبر الدارة المغناطيسية باللف الثانوي (ظاهرة التحريض).

إذن لدينا حسب قانون فرادي (Loi de Faraday) :

في الأولي : ظهور قوة محركة كهربائية جيبية $e_1(t)$

$$u_1(t) = -e_1(t) = N_1 \frac{d\varphi}{dt}$$

في الثانوي : ظهور قوة محركة كهربائية جيبية $e_2(t)$

$$u_2(t) = e_2(t) = -N_2 \frac{d\varphi}{dt}$$

6) نسبة التحويل: **إذا كان N_1 ، U_1 هما على الترتيب عدد لفات و توتر الأولي ، و N_2 ، U_2 عدد لفات و توتر الثانوي ، نسبة التحويل :**

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

نقول أن المحول رافع (Élévateur) إذا كان : $m > 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} > 1 \Rightarrow U_2 > U_1$

نقول أن المحول خافض (Abaisseur) إذا كان : $m < 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} < 1 \Rightarrow U_2 < U_1$

نقول أن المحول مكيف الممانعات (Adaptateur d'impédances) إذا كان : $m = 1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 1 \Rightarrow U_2 = U_1$

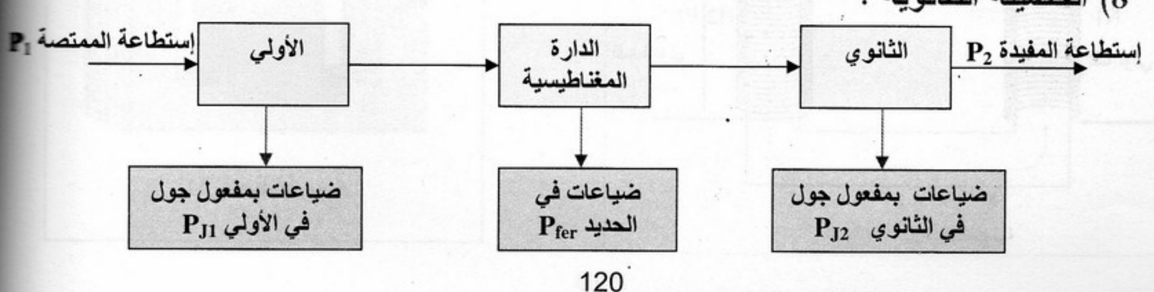
ملاحظة : مقطع الناقل يتناسب عكسيا مع التوتر المطبق عليه .

مثال : محول 220v/12v ، إذا كان الأولي 220V عدد لفاته أكبر من عدد لفات الثانوي و مقطع ناقله (للف ذو التوتر العالي) يكون أصغر من مقطع اللف الثانوي (لف ذو توتر منخفض) .

7) الاستطاعة الظاهرية:

S1= S2	**في الأولي : $S_1=U_{1n}I_{1n}$** **في الثانوي : $S_2= U_{2n}I_{2n}$**

8) الحصيلة الطاقوية :



العلاقات :

$P_1=U_1I_1\cos\varphi_1$ | $P_2=U_2I_2\cos\varphi_2$ | $P_J=P_{J1}+P_{J2}$ | $P_1=P_J+P_{FER}+P_2$

8-1/ المردود :

$$\eta=\frac{P_2}{P_1}=\frac{P_2}{P_2+P_{fer}+P_J}=\frac{P_1-P_{fer}-P_J}{P_1}$$

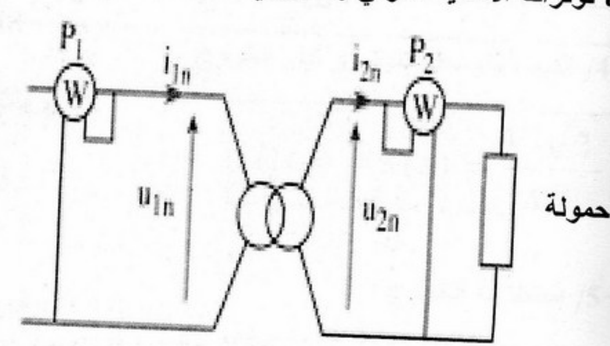
8-2/ حساب المردود بالطريقة المباشرة:

ليكن التركيب التالي بحيث نقوم بقياس في الأولي P_1 و في الثانوي P_2 باستعمال جهاز الواطمتر .

i_{1n}, i_{2n} تيارات الاسمية للأولي و الثانوي .

u_{1n}, u_{2n} توترات الاسمية للأولي و الثانوي .

$$\eta=\frac{P_2}{P_1}$$



8-3/ حساب المردود بالطريقة الضياعات المتفرقة :

8-3-1/ اختبار المحول في حالة فراغ (بدون حمولة) :

في حالة فراغ $I_2=0\Rightarrow P_2=0\Rightarrow P_{J2}=0$

لدينا $P_{10}=P_{j10}+P_{fer}$

في حالة فراغ I_{10} ضعيف جدا يمكننا إهمال P_{J10} أمام P_{fer} .

إذن

$$P_{10}=P_{fer}$$

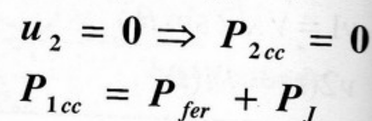
يمثل الصفر حالة فراغ

P_{10}, i_{10}, $i_2=0$, u_{10}, 220V 50Hz, u_{20}

النتيجة : اختبار المحول في الفراغ يعطي ضياعات الحديدية .

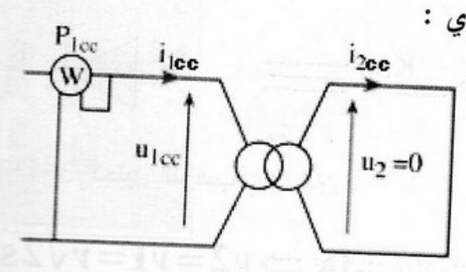
8-3-2/ اختبار المحول في حالة دارة قصيرة للثانوي :

في حالة دارة قصيرة للثانوي لدينا :



$$u_2=0\Rightarrow P_{2cc}=0$$

$$P_{1cc}=P_{fer}+P_J$$



cc : court circuit
دارة قصيرة

يتم ضبط التوتر u_{1cc} بحيث يكون بعض الأجزاء المئوية من التوتر الاسمي يؤدي هذا إلى مرور تيار في الثانوي $I_{2cc}=I_{2n}$.

بما أن u_{1cc} ضعيف يستلزم ضياعات في الحديد ضعيفة يمكننا إهمالها أمام P_J ، تصبح العلاقة

$$P_J = P_{1cc}$$

النتيجة : اختبار المحول في قصر الدارة يعطي الضياعات بمفعول جول (النحاسية) في لفات المحول .

ملاحظة : عند تغذية الثانوي بحمولة يحدث فرق في الصفحة $\varphi(I_2,U_2)$ و لدينا هبوط في التوتر ΔU_2 حيث

$$\Delta U_2 = U_{2v} - U_2$$

نشاط : محول 220/6v ، عدد لفات الأولي $N_1=600$ ، $\Delta U_2= 0.09U_2$ أحسب عدد لفات الثانوي N_2 .

9) قراءة لوحة التعليمات : على حساب النمط NF 15.100

لدينا المعطيات التالية التي يمكن أن نقرأها على لوحة التعليمات للمحول :

8KVA , 50 Hz , 5000V / 235 V

U_{1n}= 5000V توتر الاسمي للأولي

U_{20}=235V توتر في حالة فراغ في الثانوي .

f=50Hz تردد

S=8KVA الاستطاعة الظاهرية الاسمية .

10) التقويم الغيرالمراقب :

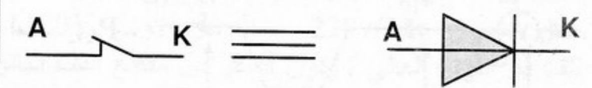
10-1/ التقويم أحادي الطور أحادي النوبة :

10-1-1/ تذكير : التقويم هو عبارة عن تحويل إشارة ثنائية الاتجاه إلى إشارة أحادية الاتجاه .

10-1-2/ التركيب:

نفرض أن الثنائي D مثالي أي V_{seuil}=0V

إذاكان $v_d \geq 0 \Rightarrow V_A \rangle V_K$ **ثنائي المسرى يكون مارللتيار، يمكننا أن نعتبره كقاطعة مغلقة .**



إذا كان $v_d \langle 0 \Rightarrow V_A \langle V_K$ **ثنائي المسرى يكون غير مارللتيار يمكننا أن نعتبره كقاطعة مفتوحة .**

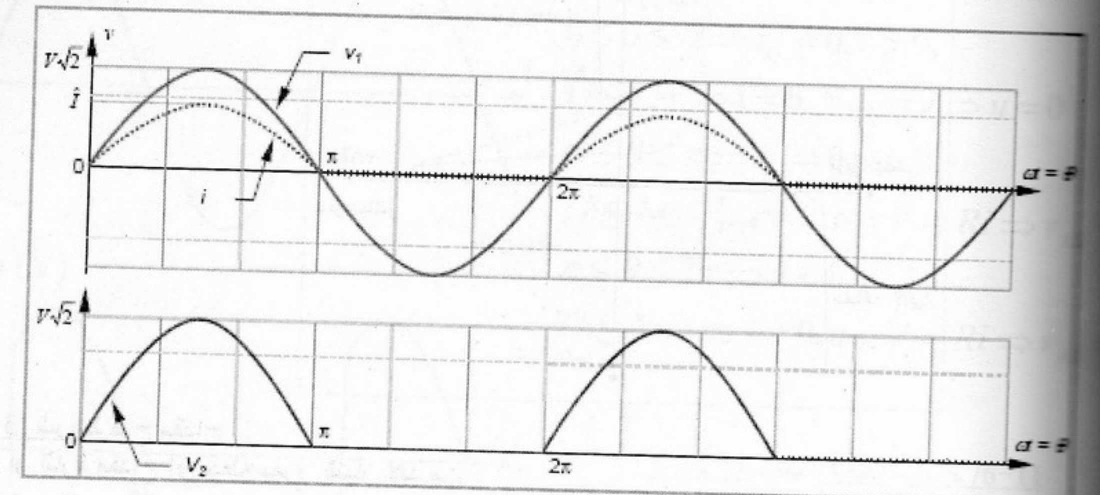
$$v1(t) = V\sqrt{2}\sin \omega t$$
$$\theta = \omega t$$
$$v1 = V\sqrt{2}\sin \theta$$
$$v2(t) = Ri(t)$$

10-1-3/ تحليل التركيب : إذا كان :

$$0 \leq \theta \leq \pi \Rightarrow v1 \rangle 0 \Rightarrow D \text{ تنقل } \quad (i \neq 0) \Rightarrow vd = 0v \Rightarrow v2 = v1 = v\sqrt{2}\sin\theta$$

أما إذا كان :

$$\pi \le \theta \le 2\pi \Rightarrow v1\langle 0 \Rightarrow D \text{ لاتمرر } (i=0) \Rightarrow v2 = 0v \Rightarrow vd = v1 = v\sqrt{2}\sin\theta$$



10-1-4/ القيم المتوسطة لتوتر و تيار الخروج :

$$\langle v2(t)\rangle = \overline{v2(t)} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi}$$

$$\langle i(t)\rangle = \overline{i(t)} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi R}$$

10-1-5/ إستطاعة الخروج :

لحظية

$$p(\theta) = \frac{2V^2}{R}\sin^2\theta$$

متوسطة

$$\langle p(\theta)\rangle = \frac{V^2}{2R}$$

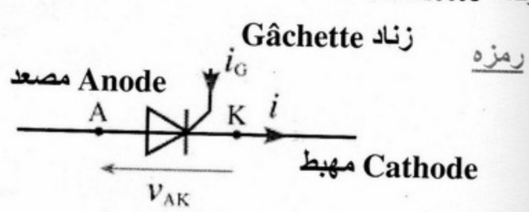
10-1-6/ شدة التيار الفعال :

$$I = I_{eff} = \frac{V}{\sqrt{2}R}$$

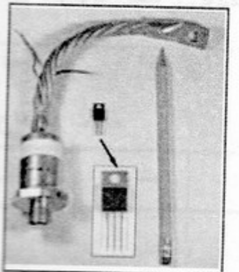
11) التقويم المراقب : هو عبارة عن تقويم يمكن التحكم فيه بإستعمال المقوم كالمقداح **Thyristor** .

11-1/ تعريف المقداح : هو عبارة عن ثنائي المسرى يمكن التحكم فيه عن طريق قطب ثالث يسمى بالزناد **Gachette** .

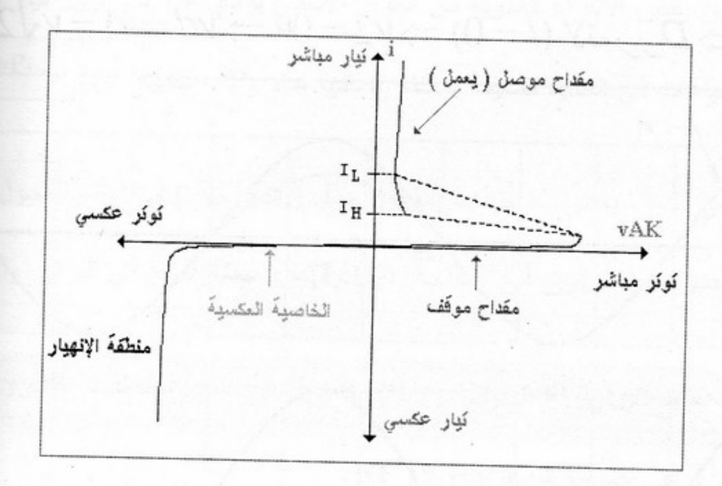
رمزه



شكله الحقيقي



11-2/ خاصية المقداح :

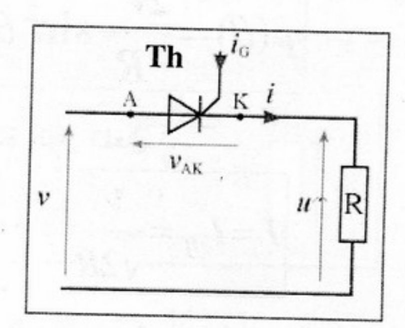


11-3/ شروط قدح مقداح :

لقدح أو إثارة مقداح أي جعله يمرر التيار لابد من :

* التوتر $V_{AK}>0$ و بعث إشارة على مستوى الزناد (اللسين)G على شكل تيار ، توتر أو نبضات **impulsions** .
* ارتفاع سريع لدرجة الحرارة .
* تغير سريع في التوتر V_{AK} .
* بعث إشارة ضوئية بالنسبة لمقداح ضوئي .

11-4/ تركيب لمقوم مراقب :

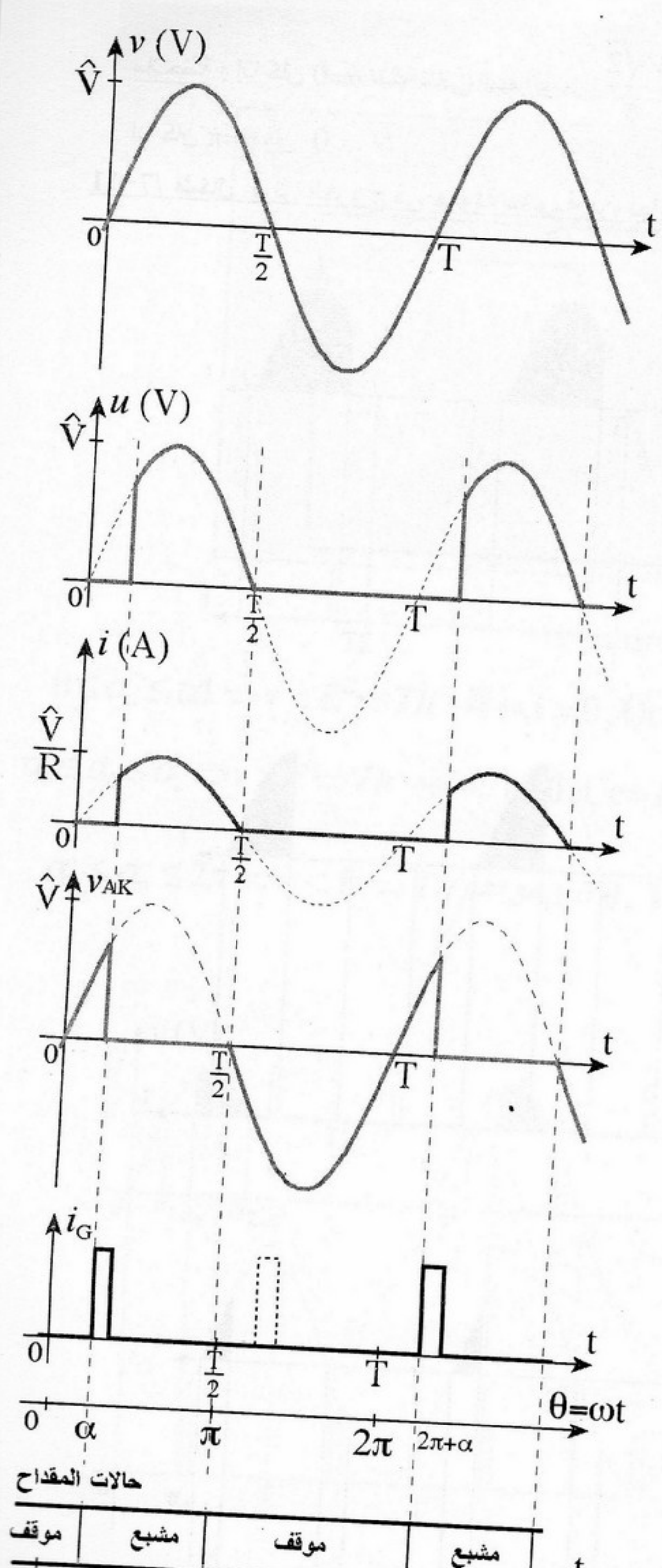


$$v = \hat{V}\sin\omega t = \hat{V}\sin\theta$$

$$\theta = \omega t$$

$$u = Ri$$

α : زاوية القدح Angle d'amorçage



11-5/ تحليل التركيب :

إذا كان :

$$0 \le \theta \le \alpha \Rightarrow i_G = 0, v > 0,$$

$$Th \text{ موقف} \Rightarrow \mathrm{i} = 0, \mathrm{V}_{AK} = v \Rightarrow u = 0$$

$$\alpha \le \theta \le \pi \Rightarrow i_G \ne 0, v > 0,$$

$$Th \text{ مشبع} \Rightarrow i \ne 0, u = V = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

$$\pi \le \theta \le 2\pi \Rightarrow v < 0,$$

$$Th \text{ مشبع} \Rightarrow i \ne 0, u = V = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

11-6/ حساب القيمة المتوسطة لـ u :

$$\overline{U} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(\theta)d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_\alpha^\pi \hat{V}\sin\theta d\theta$$

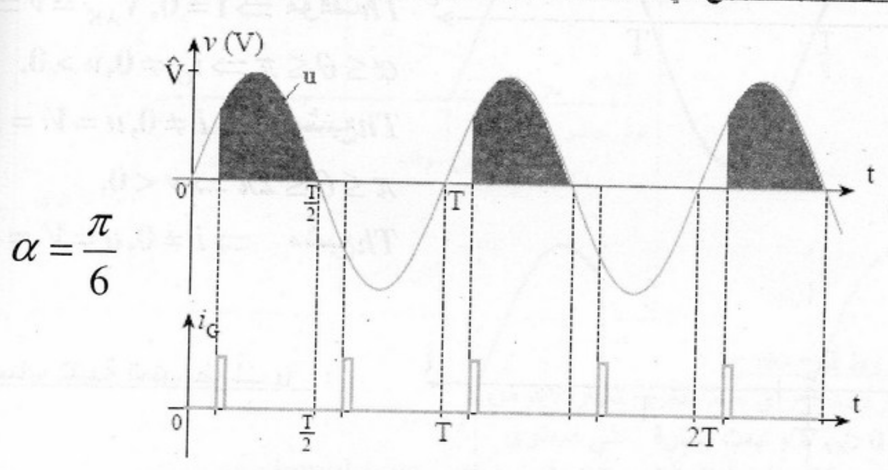
$$\overline{U} = \frac{\hat{V}}{2\pi}(-\cos\theta)_\alpha^\pi = \frac{\hat{V}}{2\pi}(1+\cos\alpha)$$

ملاحظة : إذا كان $\alpha=0$ حالة ثنائي المسرى فإن $\overline{U} = \frac{\hat{V}}{\pi} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi}$

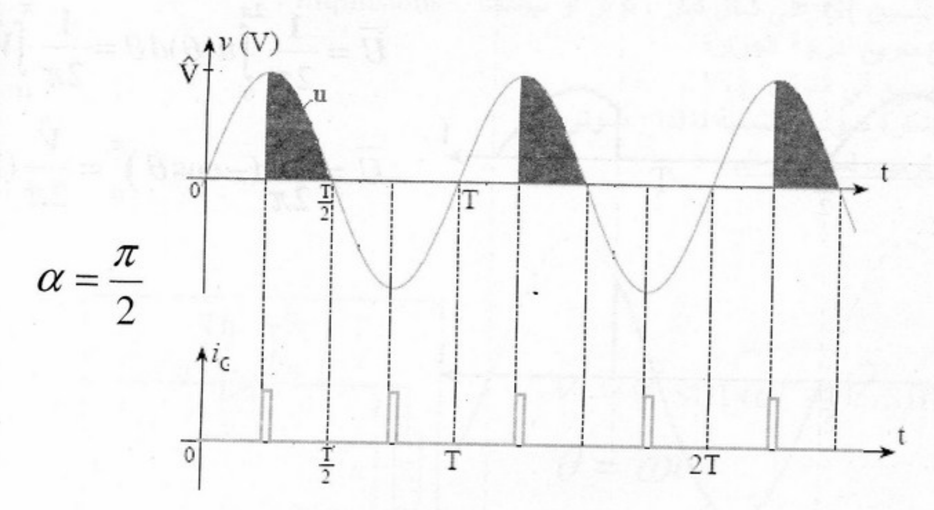
إذا كان $\alpha=\pi$ فإن $\overline{U} = 0$

11-7/ أشكال توتر الخروج في حمولة مقاومة من أجل عدة قيم لزاوية القدح α :

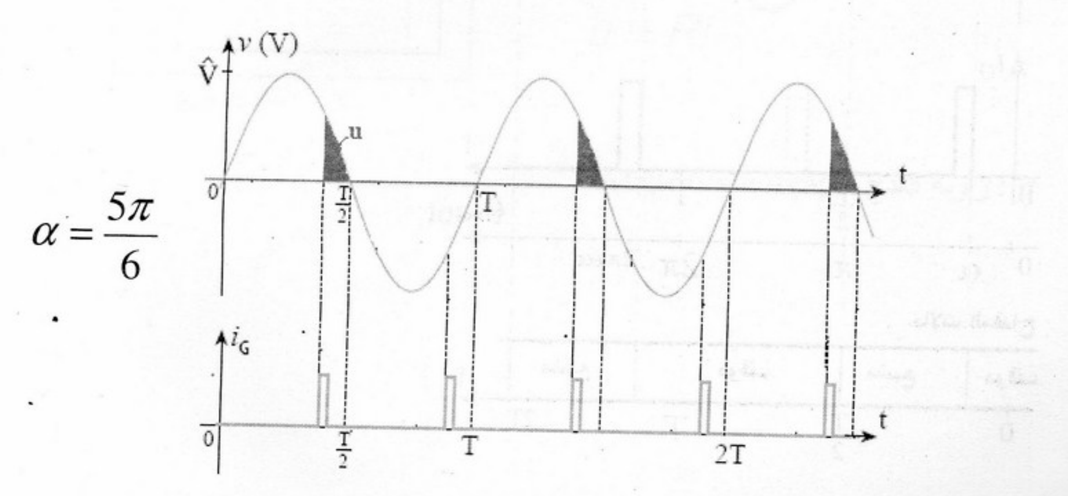
$\alpha = \frac{\pi}{6}$



$\alpha = \frac{\pi}{2}$



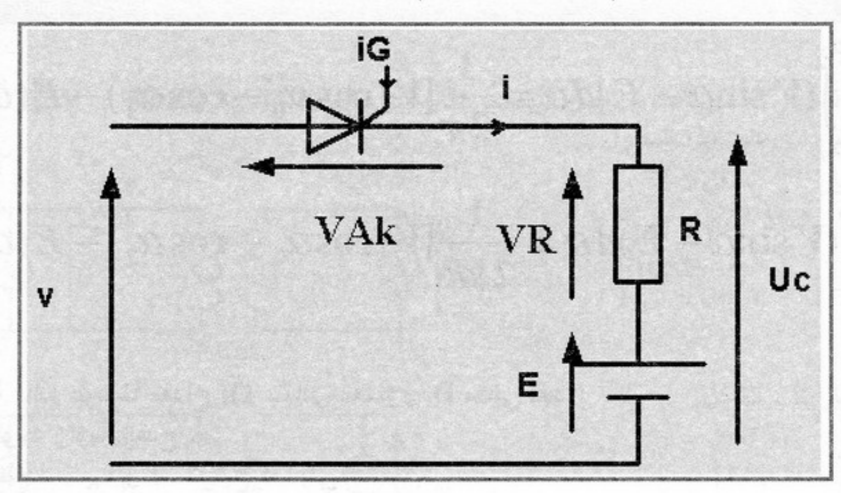
$\alpha = \frac{5\pi}{6}$



نشاط :

تقويم مراقب حالة حمولة R-E (شاحن البطاريات) Chargeur de batteries

التركيب :

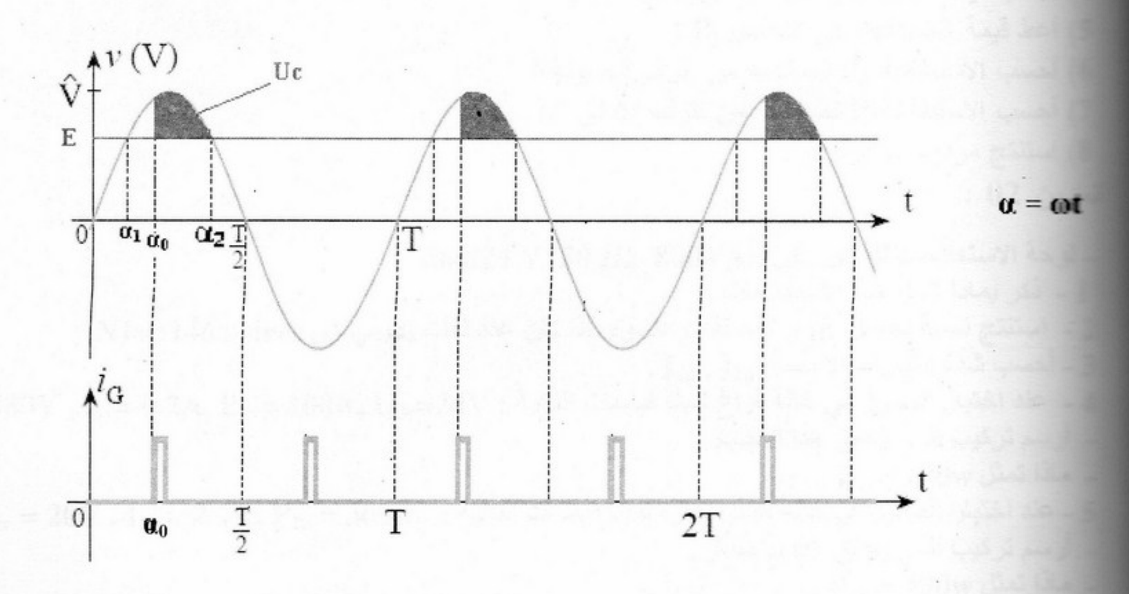


التحليل : نعتبر المقداح Th المستعمل مثالي ، إذا كان :

$$0 \le \alpha_0 \le \alpha 1 \Rightarrow v < E \Rightarrow Th \text{ موقف}, i = 0, Uc = E, V_{AK} = v - E = \hat{V}\sin\alpha, \alpha = \omega t$$

$$\alpha_1 \le \alpha_0 \le \alpha_2 \Rightarrow v > E \Rightarrow Th \text{ مشبع}, i \ne 0, Uc = Ri + E = v = \hat{V}\sin\alpha, V_{AK} = 0, V_R = Ri$$

$$\alpha_2 \le \alpha_0 \le 2\pi \Rightarrow v < E \Rightarrow Th \text{ موقف}, i = 0, Uc = E, V_{AK} = v - E = \hat{V}\sin\alpha$$



- حساب القيمة المتوسطة لــ v_R و i :

$$\bar{v}_R = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha_0}^{\alpha_2}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi}[\hat{V}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_0)]$$

$$\bar{i} = \frac{1}{2\pi R}\int_{\alpha_0}^{\alpha_2}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi R}[\hat{V}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_0)]$$

حالة خاصة : إذا عوضنا مقداح Th بثنائي المسرى D مثالي نجد :

$\alpha_0=\alpha_1$ لا توجد زاوية القدح .

القيم المتوسطة لــ v_R و i تصبح كما يلي :

$$\bar{v}_R = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi}[\hat{V}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_1)]$$

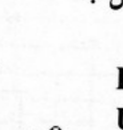
$$\bar{i} = \frac{1}{2\pi R}\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}(\hat{V}\sin\alpha - E)d\alpha = \frac{1}{2\pi R}[\hat{V}(\cos\alpha_0 - \cos\alpha_2) - E(\alpha_2 - \alpha_1)]$$

تمـــاريـــن

تمرين 01 :

لوحة تعليمات لمحول أحادي الطور تحمل البيانات التالية : **1500V / 225V ; 50 Hz ; 44 KVA**

نقوم بعدة اختبارات على هذا المحول :



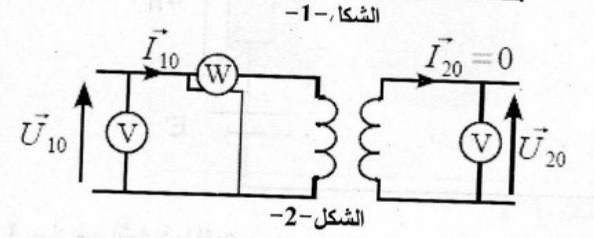
الشكل -1-

- <u>الاختبار 1</u> : الشكل -1-

أعطى القياس : $P_{1CC} = 225\ W$

$U_{1CC} = 22.5\ V$

$I_{1CC} = 30\ A$



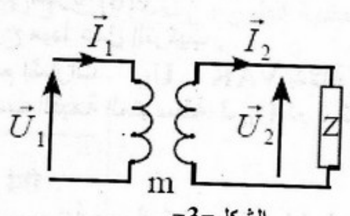
الشكل -2-

- <u>الاختبار 2</u> : الشكل -2-

أعطى القياس : $P_{10} = 300\ W$

$U_{10} = 1500\ V$

$U_{20} = 225\ V$



الشكل -3-

- <u>الاختبار 3</u> : الشكل -3-

$U_2 = 221\ V$

$I_2 = 200\ A$

$\cos\varphi_2 = 0,8$

1) عين نسبة التحويل بدون حمولة ؟
2) عين القيمة الاسمية للتيار الثانوي I_{2N} ؟
3) أعط قيمة الضياعات في الحديد P_f ؟
4) أحسب قيمة التيار بدارة قصيرة I_{2CC} ؟
5) أعط قيمة الضياعات في النحاس P_j ؟
6) أحسب الاستطاعة P_2 الممتصة من طرف الحمولة ؟
7) أحسب الاستطاعة P_1 الممتصة من طرف الأولي ؟
8) استنتج مردود المحول ؟

تمرين 02 :

- لوحة الاستعلامات للمحول هي : **380/24 V 50 Hz 800VA**

1 - ذكر بماذا تمثل هذه الاستعلامات .

2 - استنتج نسبة تحويل m و عدد لفات الثانوي إذا كان عدد لفات الأولي هي **N1=5146 spires**.

3 - أحسب شدة التيارات الاسمية I_{1n} , I_{2n} .

4 - عند اختبار المحول في حالة فراغ لدينا قياسات التالية : $= 380V$, $I_{1v}= 0.2A$, $P_{1v}= 100w$, $U_{2v}=24V$

- أرسم تركيب الذي يحقق هذا الاختبار .
- ماذا تمثل $P_{1v}= 100w$.

5 - عند اختبار المحول في حالة قصر الدارة لدينا قياسات التالية : $U_{1cc} = 20V$, $I_{1cc}= 2.1A$, $P_{1cc}= 300w$,

- أرسم تركيب الذي يحقق هذا الاختبار .
- ماذا تمثل $P_{1cc}= 300w$.
- أحسب I_{2cc} .

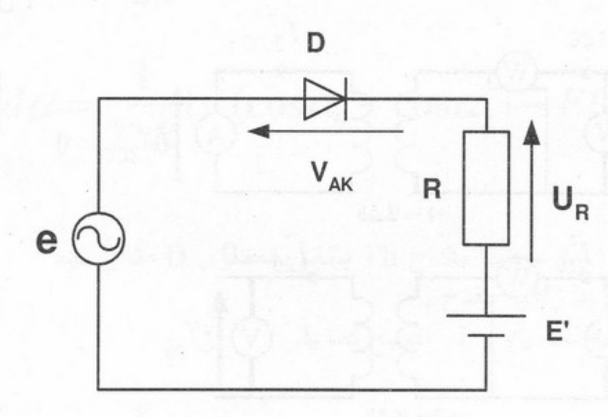
6 - أحسب مردود المحول إذا كانت $P_2 = 1.8Kw$

تمرين 03 :

ليكن التركيب التالي يحتوي على مقوم أحادي النوبة يغذي حمولة (R-E') حيث $R = 10\ \Omega$, E'=200 V

ثنائي المسرى (ديود) D مثالي .

$e= E_M \sin\theta$, $\theta= \omega t$, $E_M= 220\sqrt{2}$ V



1 – أرسم إشارة $e(\theta)$.

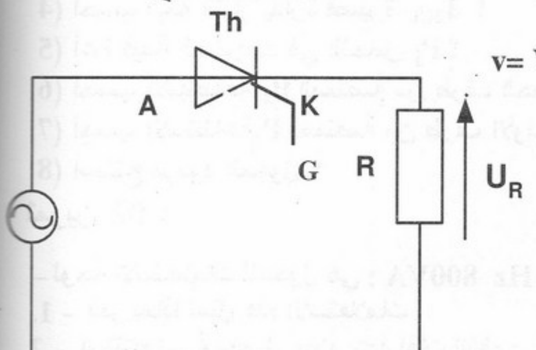
2 – إشرح مبدأ عمل التركيب .

3 – أرسم إشارات U_R , VAK بدلالة θ .

4 - أحسب القيمة المتوسطة لـ U_R ثم إستنتج القيمة المتوسطة لتيار I_R .

تمرين 04 :

لتحكم في سرعة محرك تيار مستمر نضيف تقويم مراقب يحتوي على تيريستور Th مثالي حسب الشكل التالي :



$v= V_M \sin\theta$, $\theta=\omega t$, $V_M = 24\sqrt{2}$ v , $R=10\ \Omega$

1- إشرح مبدأ عمل التركيب .

2- أرسم إشارات U_R , VAK , i_G بدلالة θ . (i_G تيار الزناد gachette يمثل بنبضات دورية متأخر بزاوية θ_0)

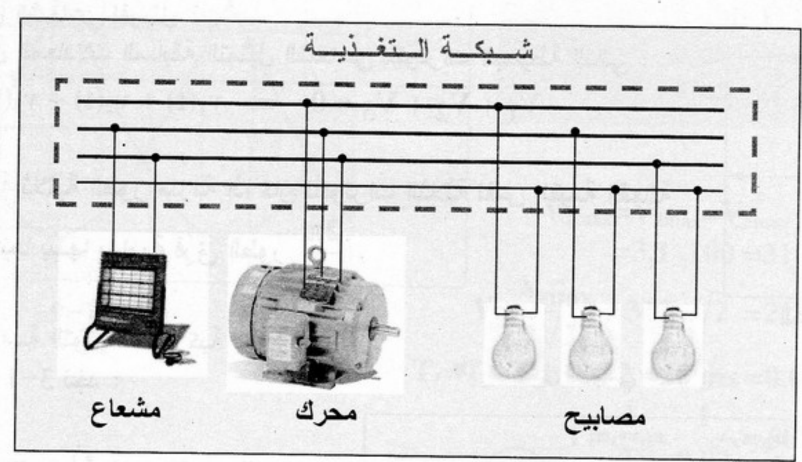
3 - أحسب القيمة المتوسطة لـ U_R ثم إستنتج القيمة المتوسطة لتيار I_R بدلالة θ_0 . حيث θ_0 زاوية قدح التيريستور (angle d'amorçage) .

تطبيق عددي : أتمم الجدول التالي :

θ_0 (°)	0	30	45	60	90
U_R (V)					

4- أرسم المنحنى $U_R= f(\theta_0)$.

5 التيار المتناوب ثلاثي الطور



الشكل 1-1

1/ محاسن التغذية ثلاثية الطور :

الآلات ثلاثية الأطوار لها استطاعات أكبر بـ 50% من الآلات أحادية الطور من نفس الكتلة و بالتالي يكون ثمنها أقل (يتناسب الثمن طردا مع كتلة الآلة) .
عند نقل الطاقة الكهربائية ، تكون الضياعات أقل في الثلاثي الطور .

2/ شبكة التوزيع ثلاثية الطور المتزنة :

1
2
3
N

الشكل 1-2

يتم التوزيع عن طريق أربعة (4) نواقل (أسلاك) :
- ثلاثة نواقل للأطوار و يرمز لها بـ 3 , 2 , 1 أو A , B , C أو R , S , T
- ناقل الحيادي و يرمز له بـ N .

3/ التمثيل البياني لشبكة التوترات ثلاثية الطور المتزنة :

بين نواقل شبكة التوزيع ثلاثية الطور هناك ستة (6) توترات متوفرة :
- v_1 , v_2 , v_3 : توترات بسيطة بين الأطوار و الحيادي
- u_{12} , u_{23} , u_{31} : توترات مركبة بين الأطوار .

شبكة التوزيع

الشكل 1-3

3-1/ دراسة التوترات البسيطة :

- التمثيل البياني :

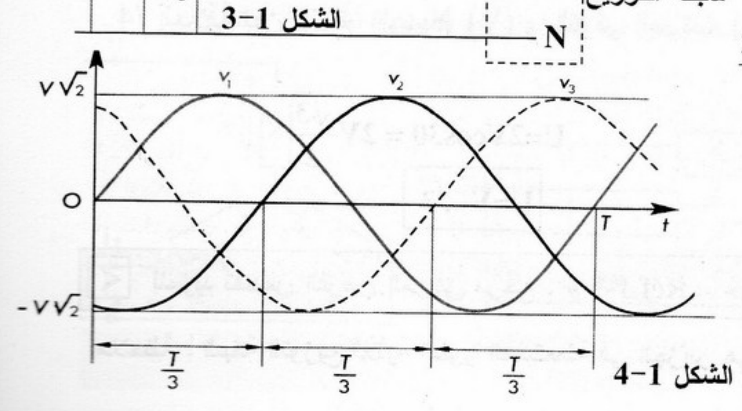
التوترات متطاورة فيما بينها بزاوية $\frac{2\pi}{3}$ و لها نفس القيمة الفعالة .

- المعادلات الزمنية :

$$v_1(t)= V\sqrt{2}\,Sin(\omega t)$$

$$v_2(t)= V\sqrt{2}\,Sin(\omega t-\frac{2\pi}{3})$$

$$v_3(t)= V\sqrt{2}\,Sin(\omega t-\frac{4\pi}{3})$$



الشكل 1-4

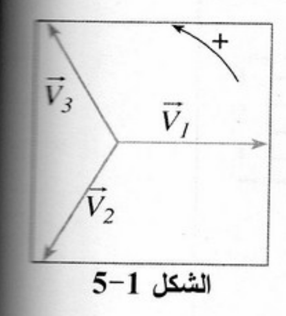
مع : $V_{max} = V\sqrt{2}$ (التوتر الأعظمي) ، (V : التوتر الفعال)

$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ (ω : النبض ، f : تواتر الشبكة ، T : الدور)

- التمثيل الشعاعي لفرينل :

نستنتج من المعادلات السابقة التمثيل الشعاعي للتوترات البسيطة التالي :

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad v_1(t) + v_2(t) + v_3(t) = 0$$



الشكل 1-5

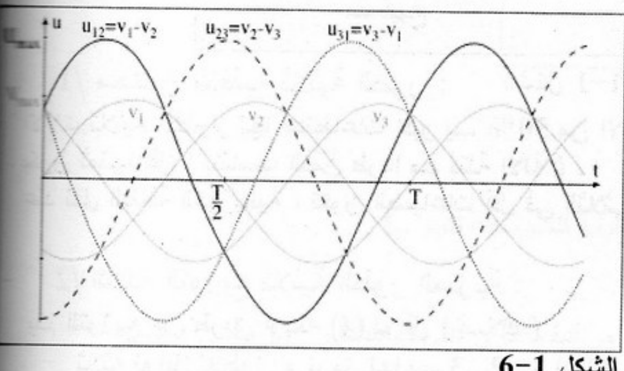
- تعريف :

تكون الشبكة ثلاثية الطور متزنة إذا كان للتوترات الثلاثة نفس القيمة الفعالة و متطاورة فيما بينها بزاوية فرق الطور $\frac{2\pi}{3}$.

3-2/ دراسة التوترات المركبة :

- التمثيل البياني :

من الشكل 1-3 نجد :



الشكل 1-6

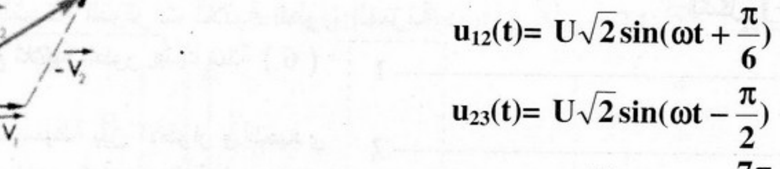
$$u_{12} = v_1 - v_2 \Rightarrow \vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$

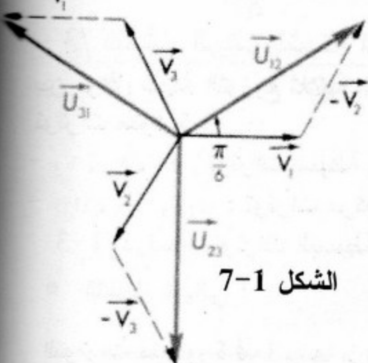
$$u_{23} = v_2 - v_3 \Rightarrow \vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$$

$$u_{31} = v_3 - v_1 \Rightarrow \vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$$

- التمثيل الشعاعي لفرينل :

- المعادلات الزمنية :





الشكل 1-7

$$u_{12}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

$$u_{23}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$u_{31}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{7\pi}{6})$$

4/ العلاقة بين التوتر البسيط (V) و التوتر المركب (U) :

الشكل 1-8

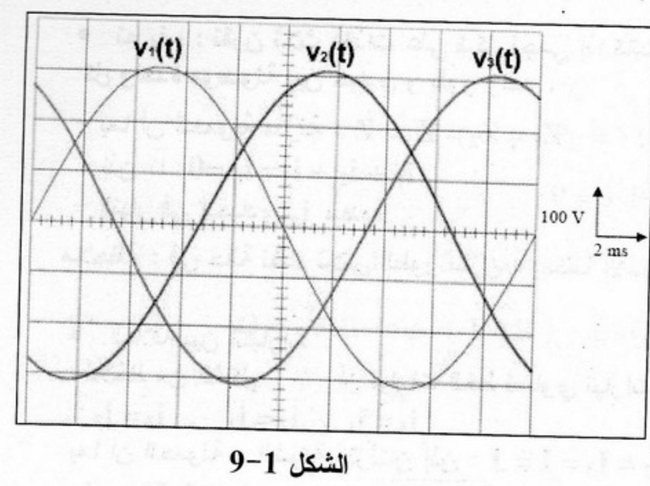
U
30°
V
30°
V

$$U = 2V\cos 30 = 2V\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\boxed{U = V\sqrt{3}}$$

للمزيد تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 1-1 » « Réf 1-2 »

ملاحظة : شبكة التوزيع ثلاثية الطور المستعملة في الجزائر هي : 220 / 380 V , 50 hz



الشكل 1-9

تمرين تطبيقي :

قمنا بمعاينة المقادير البسيطة باستعمال جهاز راسم الاهتزاز فتحصلنا على الإشارات الممثلة في الشكل 1-9 :

عيّن : السعة ، الدور ، التواتر و زاوية فرق الطور لكل إشارة .

الحــل :

- السعة : $V_{1max}=V_{2max}=V_{3max}$
$=3,1 .100 =310$ V

$$V=\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}=310 .\sqrt{2} =219,2 \approx 220 \text{ V}$$

- الدور : $T_1=T_2=T_3=10 . 2 =20 \text{ ms} =0,02 \text{ s}$

- التواتر : $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0,02}=50\text{hz}$

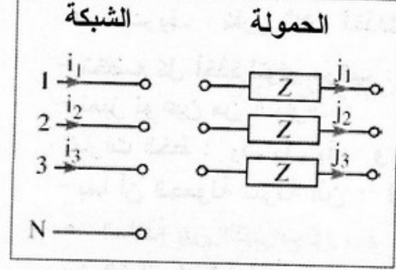
- فرق الطور : الفارق الزمني بين الإشارتين $v_1(t)$ و $v_2(t)$ هو θ حيث : $\theta=3,3.2=6,6\text{ms}$

إذن فرق الطور φ بين الإشارتين هو : $\varphi=\frac{2\pi}{T}\cdot\theta=\frac{2\pi}{3}\text{rad}$

و بنفس الطريقة نجد : فرق الطور بين الإشارتين $v_1(t)$ و$v_3(t)$ هو $\frac{4\pi}{3}$ rad

و فرق الطور بين الإشارتين $v_2(t)$ و $v_3(t)$ هو $\frac{2\pi}{3}$ rad

5/ تغذية حمولة ثلاثية الطور المتزنة :



الشكل 1-10

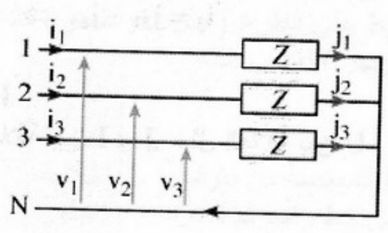
تعاريف :

- حمولة ثلاثية الطور : هي حمولة متكونة من ثلاثة عناصر متماثلة ممانعتها Z .
- متزنة : لأن العناصر الثلاثة متماثلة .
- تيارات الخط : هي التيارات المارة في نواقل الشبكة ثلاثية الطور و يرمز لها بــ I .
- تيارات الطور : هي التيارات المارة في العناصر Z للحمولة ثلاثية الطور و يرمز لها بــ J .

ملاحظة : يمكن ربط الشبكة و الحمولة بطريقتين مختلفتين : ربط (إقران) نجمي أو مثلثي .

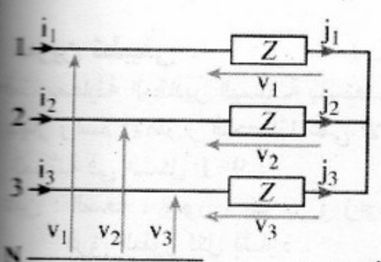
5-1/ الحمولة إقران نجمي :

- التــركيــب :



الشكل 1-11

- الــرمــز : Y ، ⅄



الشكل 1−12

• تعريف : تقرن ثلاث آخذات على شكل نجمي إذا كانت كل واحدة موصولة بين حيادي و طور واحد .

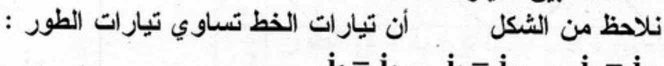
- بما أن الحمولة متزنة : $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z$

إذن : $i_1 + i_2 + i_3 = i_n = 0$

- التيار في الحيادي i_n معدوم .

ملاحظة : في حالة نظام ثلاثي الطور متزن ، يمكننا الاستغناء عن ناقل الحيادي .

• العلاقة بين التيارات :



نلاحظ من الشكل أن تيارات الخط تساوي تيارات الطور :

$i_1 = j_1 \ , \ i_2 = j_2 \ , \ i_3 = j_3$

بما أن الحمولة و الشبكة متزنتان إذن : $I_1 = I_2 = I_3 = I = J$

في حالة إقران نجمي لدينا : $\boxed{I = J}$

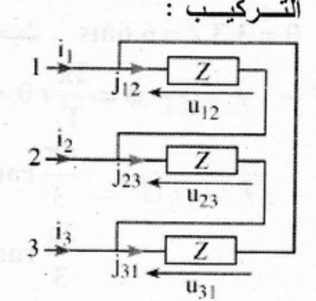
• التمثيل الشعاعي :

الشكل 1−13

2−5/ الحمولة إقران مثلثي :

• التـــركيـــب :

الشكل 1−14



• الـــرمـــز : Δ

• تعـــريف : تقرن ثلاث آخذات على شكل مثلثي إذا كانت كل واحدة مربوطة بين طورين .

- تخضع كل آخذة لتوتر مركب : $U = V\sqrt{3}$

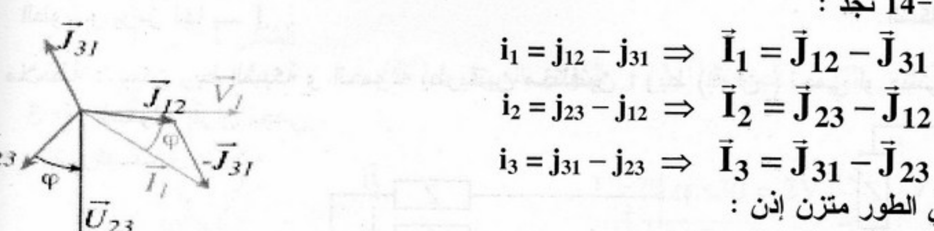
- نميز نوعين من التيارات :

تيارات الخط : i_1 , i_2 , i_3 و تيارات الطور (التيارات في الآخذات) : j_{12} , j_{23} , j_{31}

- بما أن الحمولة متزنة إذن : $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ و $j_{12} = j_{23} = j_{31}$

• العلاقة بين التيارات :

من الشكل 1−14 نجد :

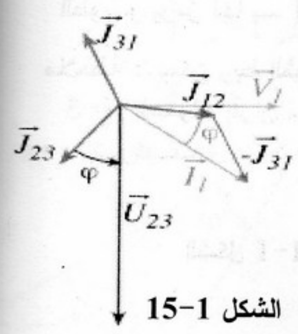


$$i_1 = j_{12} - j_{31} \Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31}$$

$$i_2 = j_{23} - j_{12} \Rightarrow \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12}$$

$$i_3 = j_{31} - j_{23} \Rightarrow \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$$

• التمثيل الشعاعي :



الشكل 1−15

النظام الثلاثي الطور متزن إذن :

$J_{12} = J_{23} = J_{31} = J$ و $I_1 = I_2 = I_3 = I$

بالنسبة للإقران المثلثي ، تكون العلاقة بين I و J مثل العلاقة بين U و V :

$$\boxed{I = J\sqrt{3}}$$

6/ الاستطاعة في الثلاثي الطور :

6-1/ تركيب نجمي متزن :

- الاستطاعة الفعالة في الطور الواحد : $P_1 = VI\cos\varphi$ مع $\varphi = (\vec{I},\vec{V})$
- الاستطاعة الفعالة الكلية : $P = 3\cdot P_1 = 3VI\cos\varphi$ مع $V = \dfrac{U}{\sqrt{3}}$
- الاستطاعة الفعالة في حالة إقران نجمي : $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$ (W)
- الاستطاعة الارتكاسية الكلية : بنفس الطريقة نجد : $Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi$ (VAR)
- الاستطاعة الظاهرية الكلية :

من مثلث الستطاعات : $S^2 = P^2 + Q^2$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{3U^2I^2\cos^2\varphi + 3U^2I^2\sin^2\varphi}$$

$$S = \sqrt{3}\ UI\ (VA)$$

- عامل الاستطاعة : مثل النظام أحادي الطور ، عامل الاستطاعة هو نسبة الاستطاعة الفعالة على الاستطاعة الظاهرية $f_P = K = \dfrac{P}{S} = \cos\varphi$

6-2/ تركيب مثلثي متزن :

- الاستطاعة الفعالة في الطور الواحد : $P_1 = UJ\cos\varphi$ مع $\varphi = (\vec{J},\vec{U})$
- الاستطاعة الفعالة الكلية : $P = 3\cdot P_1 = 3UJ\cos\varphi$ مع $J = \dfrac{I}{\sqrt{3}}$
- الاستطاعة الفعالة في حالة إقران مثلثي : $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$ (W)
- الاستطاعة الارتكاسية الكلية : بنفس الطريقة نجد : $Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi$ (VAR)
- الاستطاعة الظاهرية الكلية : $S = \sqrt{3}\,U\,I$ (VA)
- عامل الاستطاعة : $f_P = K = \cos\varphi$

ملاحظة : مهما يكن نوع الاقران ، تعبر الاستطاعات بدلالة : التوتر المركب U و تيار الخط I

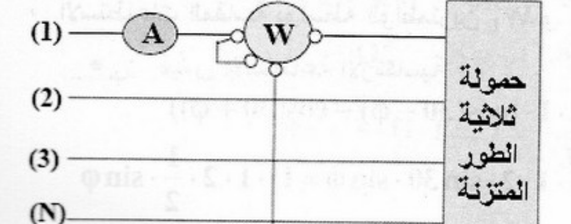
7/ قياس الاستطاعة الفعالة في الثلاثي الطور : الواطمتر

يسمح الواطمتر بقياس الاستطاعة الفعالة P في النظام الأحادي و الثلاثي الطور .
يحمل الجهاز أربعة مرابط : مربطين لقياس التوتر و مربطين لقياس التيار .
أن يتحقق نوعان من الربط : ربط على التفرع (مثل الفولطمتر) لقياس التوتر و ربط على التسلسل (مثل الآمبيرمتر) لقياس التيار .

7-1/ طريقة الواطمتر الواحد :

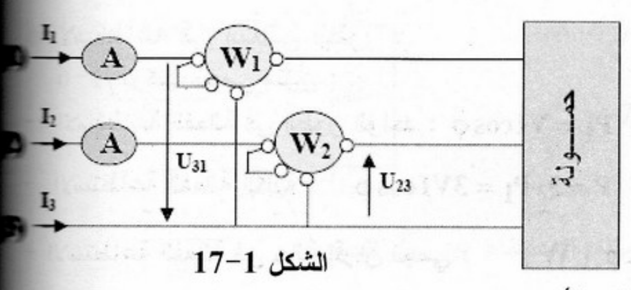
نقيس الاستطاعة الفعالة الكلية P الممتصة من طرف حمولة متزنة نقيس الاستطاعة في خط واحد ثم نضرب القيمة المقاسة في 3 .

$$P = 3\,.\,P_1$$



الشكل 1-16

2-7/ طريقة الواطمترين :



الشكل 1-17

- قياس الاستطاعة الفعالة :

حسب تمثيل فرينل : (الشكل 1-18)

- إستطاعة الواطمتر 1 (P_1) :

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(\vec{I}_1, \vec{U}_{31}) = U \cdot I \cdot \cos\alpha_1 \quad (1)$$

- إستطاعة الواطمتر 2 (P_2) :

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(\vec{I}_2, \vec{U}_{23}) = U \cdot I \cdot \cos\alpha_2 \quad (2)$$

بما أن الحمولة متزنة إذن : $Z_1=Z_2=Z_3=Z$ ، $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$

نستخرج الزوايا α_1 و α_2 من تمثيل فرينل :

حساب α_1 : $\delta + \varphi + \alpha_1 = 180°$ و $\delta + 30° = 180°$

و منه : $\delta + \varphi + \alpha_1 = \delta + 30° \Rightarrow \alpha_1 + \varphi = 30°$

$$\alpha_1 = 30° - \varphi$$

حساب α_2 : $\theta + \varphi + 30° = 180°$ و $\theta + \alpha_2 = 180°$

و منه : $\theta + \varphi + 30° = \theta + \alpha_2$

$$\alpha_2 = 30° + \varphi$$

الشكل 1- 18

إذن :

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos(30° - \varphi) \quad (1)$$

$$P_2 = U \cdot I \cdot \cos(30° + \varphi) \quad (2)$$

الاستطاعة الفعالة الكلية :(3) $P = P_1 + P_2 = U \cdot I \cdot (\cos(30° - \varphi) + \cos(30° + \varphi))$

نعلم أن : $\cos(a-b) = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b$

$\cos(a+b) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$

إذن : $\cos(a+b) + \cos(a-b) = 2 \cdot \cos a \cdot \cos b$

بالتعويض في العلاقة (3) نجد : $P = U \cdot I \cdot 2 \cdot \cos 30 \cdot \cos\varphi \Rightarrow P = U \cdot I \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos\varphi$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

نستنتج أن الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور متزنة تساوي مجموع الاستطاعات المقاسة بواسطة الواطمترين W_1 و W_2 : **$P = P_1 + P_2$**

- قياس الاستطاعة الارتكاسية :

$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot (\cos(30 - \varphi) - \cos(30 + \varphi))$$

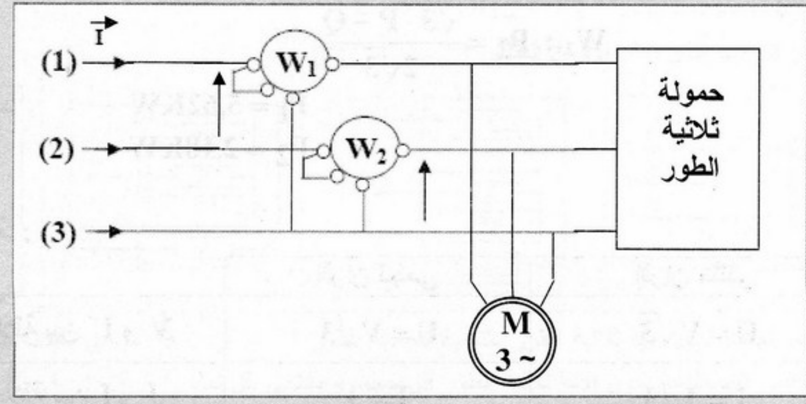
$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot 2 \cdot \sin 30 \cdot \sin\varphi = U \cdot I \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin\varphi$$

$$P_1 - P_2 = U \cdot I \cdot \sin\varphi = \frac{Q}{\sqrt{3}} \Rightarrow \boxed{Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)}$$

تمرين تطبيقي :

منشأة كهربائية ثلاثية الطور 230 V / 400 V ; 50 Hz تحتوي على :

- محرك لامتزامن ثلاثي الطور 230 V / 400 V ذو استطاعة مفيدة P_U=3KW , $\eta = 91\%$ و عامل استطاعة $COS(\varphi) = 0,86$.
- حمولة ثلاثية الطور تمتص استطاعة فعالة P_R=4,5 KW و استطاعة ارتكاسية Q_R=4 Kvar .



1- كيف تقرن لفات المحرك ؟
2- أحسب الاستطاعة الفعالة P_M الممتصة من طرف المحرك ؟
3- أحسب الاستطاعة الارتكاسية Q_M الممتصة من طرف المحرك ؟
4- أحسب الاستطاعة الفعالة الكلية P الممتصة من طرف المنشأة ؟
5- أحسب الاستطاعة الارتكاسية الكلية Q الممتصة من طرف المنشأة ؟
6- استنتج الاستطاعة الظاهرية الكلية S للمنشأة ؟
7- استنتج تيار الخط I ؟
8- أحسب عامل الاستطاعة للمنشأة ؟
9- ما هي القيم التي يشير إليها الواطمترين P_1و P_2 ؟

الــحــل :

1- إقران نجمي : 230 V هو توتر اللف الواحد و يوافق التوتر البسيط V للشبكة .

2- $$\eta = \frac{P_U}{P_M} \Rightarrow P_M = \frac{\eta}{P_U} = \frac{3 \cdot 10^3}{0,91} = 3,3KW$$

3- $$Q_M = P\tan\varphi = 1,96K\,var$$

4- $$P = P_R + P_M \qquad P = 3,3 \cdot 10^3 + 4,5 \cdot 10^3 = 7,8KW$$

5- $$Q = Q_M + Q_R \qquad Q = 1,96 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^3 = 5,96K\,var$$

6- $$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad S = \sqrt{(7,8 \cdot 10^3)^2 + (5,96 \cdot 10^3)^2} = 9,8KVA$$

7- $$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \qquad I = \frac{9,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 14,2A$$

8- $COS(\varphi)=\frac{7,8\cdot10^3}{9,8\cdot10^3}=0,796 \qquad COS(\varphi)=\frac{P}{S}$

9- القيم التي يشير لها الواطمترين :

$$\begin{cases} P=P_1+P_2 \\ Q=\sqrt{3}\cdot(P_1-P2) \end{cases}$$

من المعادلتين نجد :

$$W_1:\ P_1=\frac{\sqrt{3}\cdot P+Q}{2\sqrt{3}}$$

$$W_2:\ P_2=\frac{\sqrt{3}\cdot P-Q}{2\sqrt{3}}$$

بالتعويض نجد :

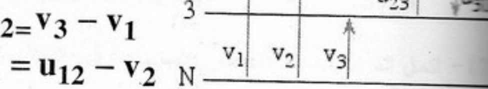
$$P_1=5,62KW$$
$$P_2=2,18KW$$

8/ الخلاصة :

	إقران نجمي	إقران مثلثي
العلاقة بين U و V	$U=V\sqrt{3}$	$U=V\sqrt{3}$
العلاقة بين I و J	$I=J$	$I=J\sqrt{3}$
زاوية فرق الطور	$\varphi\ (\vec{I},\vec{V})$	$\varphi\ (\vec{J},\vec{U})$
الاستطاعة الفعالة	$P=3\cdot P_1=3VI\cos\varphi$ $P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$P=3\cdot P_1=3VJ\cos\varphi$ $P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$
الاستطاعة الارتكاسية	$Q=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$Q=\sqrt{3}UI\cos\varphi$
الاستطاعة الظاهرية	$S=\sqrt{3}UI$	$S=\sqrt{3}UI$
عامل الاستطاعة	$f_P=\cos\varphi$	$f_P=\cos\varphi$
الضياع بمفعول جول	$P_J=3rI^2$ $P_J=\frac{3}{2}RI^2$	$P_J=3rJ^2$ $P_J=\frac{3}{2}RI^2$
المقاومة المكافئة	$R=2r$	$R=\frac{2}{3}r$

اختبر معلوماتك

1- ما هي العلاقة الموجودة بين التوترات البسيطة و التوترات المركبة ؟



☐ $u_{12}= v_1 + v_2$

☐ $u_{12}= v_1 - v_2$

☐ $u_{12}= v_3 - v_1$

☐ $v_1 = u_{12} - v_2$

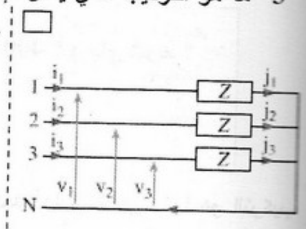
2- تتكون حمولة ثلاثية الطور متوازنة من :

☐ 3 مقاومات من نفس القيمة ؟

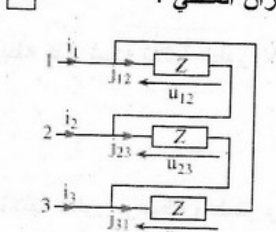
☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على التسلسل أو التفرع .

☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على شكل نجمي أو مثلثي .

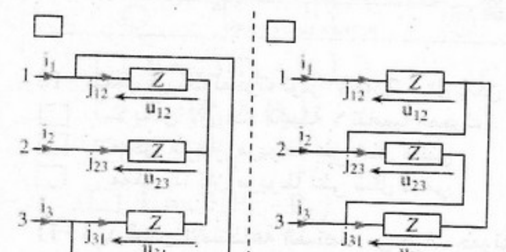
3- ما هو التركيب الذي يمثل الإقران المثلثي ؟



☐



☐



☐ ☐

4- ماهي فائدة الطاقة الكهربائية ثلاثية الطور بالنسبة لأحادية الطور ؟

☐ من أجل نفس الاستطاعة تكون الآلة ثلاثية الطور أقل حجما و بالتالي أقل ثمنا من آلة أحادية الطور .

☐ الضياعات عند نقل الطاقة ضعيفة في الثلاثي الطور مقارنة بالأحادي الطور .

☐ لأن الطاقة الكهربائية تنقل في الأحادي الطور .

☐ لا توجد إيجابية و لا سلبية .

5- ما هي العلاقة الموجودة بين U و V ؟

☐ $U = V\sqrt{3}$

☐ $U = \frac{V}{\sqrt{3}}$

☐ $U = 3V$

☐ $V = \frac{U}{\sqrt{2}}$

6- ماهو التوتر البسيط لشبكة ثلاثية الطور 660 V ؟

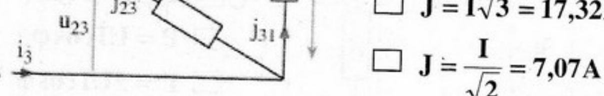
☐ 380 V

☐ 660 V

☐ 468 V

☐ 1140 V

7- تيار الخط لهذه الحمولة ثلاثية الطور هو : I= 10 A فما هي القيمة الفعالة للتيار J في كل لف ؟

☐ $J = I = 10A$

☐ $J = \frac{I}{\sqrt{3}} = 5{,}77A$

☐ $J = I\sqrt{3} = 17{,}32A$

☐ $J = \frac{I}{\sqrt{2}} = 7{,}07A$

8- المعادلات اللحظية للتوترات البسيطة هي :

☐
$$v_1 = V\sqrt{3}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 120)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 240)$$

9- اللوحة الإشارية لمحرك تشير إلى " Δ 400 V " ما معنى هذه المعلومة؟

- ☐ التوتر الاسمي الذي يتحمله كل لف للمحرك هو 400 V
- ☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة 400 V
- ☐ يجب ربط المحرك على شكل نجمي على شبكة 400 V
- ☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة ذات توتر بسيط 400 V .

LEROY SOMER — MOT. 3 ~ LS 100 L — N° 8945/79 — 22 kg — Code : — T

IP 55	I cl. F	40°C	S1	%	c/h
	Hz	min⁻¹	kW	cos φ	A
Δ 380	50	1415	3	0,83	7,1
Δ 400	50	1420	3	0,78	7,2
Δ 415	50	1430	3	0,74	7,3

DE — NDE — MOTEURS LEROY-SOMER — MADE IN FRANCE

10- يتحمل كل لف لمحرك توتر 230 V . هل يمكن ربطه على شبكة ثلاثية الطور 400 V ؟ و بأي شرط ؟

- ☐ لا يمكن لأن هذه الشبكة لا تناسب المحرك .
- ☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل مثلثي .
- ☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل نجمي .

11- نريد قياس الاستطاعة الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور بواسطة واطمتر وأحد أحادي الطور . ما هو التركيب الموافق ؟

حمولة ثلاثية الطور (i, W, P₁, 1, 2, 3, u) ☐ — حمولة ثلاثية الطور (1, i, W, P₁, 2, 3, u) ☐ — حمولة ثلاثية الطور (1, i, W, P₁, 2, 3, N, v) ☐ — حمولة ثلاثية الطور (1, i, W, P₁, 2, 3, N, v) ☐

12- لقياس الاستطاعة في السؤال السابق ، ما هي العلاقة بين الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة و الاستطاعة المشار إليها بالواطمتر ؟.

☐ $P = \sqrt{3}P_1$ ☐ $P = 3P_1$ ☐ $P = P_1$ ☐ $P = \sqrt{2}P_1$

13- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟

(i_1, i_2, i_3, u_{12}, u_{23}, u_{31}, v_1, v_2, v_3, Z)

- ☐ $P = 3VI\cos\varphi$
- ☐ $P = UI\cos\varphi$
- ☐ $P = 3UI\cos\varphi$
- ☐ $P = \sqrt{3}VI\cos\varphi$

15- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟

(1, 2, 3, i_1, i_2, i_3, j_{12}, j_{23}, j_{31}, u_{12}, u_{23}, u_{31}, Z)

- ☐ $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$
- ☐ $P = \sqrt{3}UJ\cos\varphi$
- ☐ $P = 3UJ\cos\varphi$
- ☐ $P = 3UI\cos\varphi$

14- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب النجمي السابق هي الزاوية بين :

☐ $(\vec{I_1}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{I_1}, \vec{V_1})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{V_1})$

- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب المثلثي السابق هي الزاوية بين :

☐ $(\vec{I_1}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{I_1}, \vec{V_1})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{V_1})$

15- حمولة مربوطة نجميا على شبكة ثلاثية الطور 400 V تمتص 1000 W ، ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف نفس الحمولة في حالة ربطها على شكل مثلثي على نفس الشبكة ؟

☐ 3000 W ☐ 1732 W ☐ 577 W ☐ 333 W

16- الاستطاعة المقاسة لثنائي قطب من التركيب النجمي السابق هي 276 W , فما هي الاستطاعة الكلية الممتصة من طرف التركيب ؟

☐ 159 W ☐ 21 MW ☐ 828 W ☐ 478 W

17- أكمل التركيب التالي لقياس الاستطاعة في الثلاثي ثلاثية الطور بطريقة الواطمترين :

حمولة ثلاثية الطور

1 ——

2 ——

3 ——

18- الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة بطريقة الواطمترين هي :

☐ $P=\sqrt{3}(P_1+P_2)$

☐ $P=(P_1+P_2)$

☐ $P=3(P_1+P_2)$

☐ $P=\sqrt{3}(P_1-P_2)$

تمـــاريـــن

تمرين 01 :

آلة مربوطة على شكل مثلثي لها ثلاثة وشائع متماثلة ($R=10\Omega$, $L=1$ H, $\cos\varphi=0,85$) يتحمل كل لف توتر $U=230V$, $f=50Hz$

1- أحسب شدة التيار في كل وشيعة ؟ و تيار الخط ؟

2- أحسب الاستطاعة الفعالة و الارتكاسية و الظاهرية للآلة ؟

تمرين 02 :

تسمح مبدلة بربط على شكل نجمي أو مثلثي ثلاثة مقاومات متماثلة لفرن مغذى بشبكة ثلاثية الطور محققة توتر $U=200V$ بين طورين . $R_1=R_2=R_3=R=10\Omega$.

أحسب التيار المار في المقاومة و التيار في الخط و استطاعة الفرن في حالة كل من التركيب النجمي و المثلثي؟

تمرين 03 :

محرك ثلاثي الطور استطاعة مفيدة تقدر بـــ 5 cv بمردود 0.85 و عامل استطاعة $\cos\varphi=0,8$ عند تغذيته بشبكة ثلاثية الطور $U=200V$, 50Hz .

ما هو التيار الاسمي لفواصم الحماية إذا سمحنا بفرط في التيار يقدر بـــ 25 % ؟

تمرين 04 :

يحتوي التركيب لإنارة ورشة 12 مصباحا يحمل البيانات التالية 115 v -100 w مركبة على شكل نجمي متوازن

و مغذى بشبكة ثلاثية الطور حيث التوتر بين طورين هو $U=200$ V

- أحسب التيار في الخط ؟

يتم تغيير التركيب (L'installation) باستعمال مصابيح تحمل البيانات التالية 220V – 60 W

- ما هو عدد المصابيح الواجب تركيبها لامتصاص نفس الاستطاعة ؟

نفرض أن مقاومة المصباح تتغير قليلا بدلالة التوتر المطبق

- أحسب التيار في الخط ؟

تمرين 05 :

يتم إنارة ورشة بــ60 مصباحا 115V – 120 W موزعة بالتساوي على الأطوار الثلاثة لشبكة ثلاثية الطوربحيث التوتر بين طورين هو 200V , 50Hz .

1- أعط رسم التركيب ؟

2- أحسب التيار في الخط ؟

3- أحسب استطاعة التركيب ؟

4- أحسب التيارات في الخط و الاستطاعة الممتصة في حالة انصهار فاصم في أحد الأطوار ؟

تمرين 06 :

بتطبيق طريقة الواطمترين على حمولة ثلاثية الطور متوازنة التي تمتص استطاعة 1200w مع عامل الاستطاعة $\cos\varphi = 0,707$.

- أوجد الاستطاعتين P_1 و P_2 التي يشير لها الجهازين ؟

تمرين 07 :

لتكن حمولة ثلاثية الطور مكونة من ثلاث ثنائيات الأقطاب، ممانعة كل واحد منها 10Ω و معامل استطاعة 0,8 تربط الثنائيات الأقطاب الثلاثة على شكل نجمي ثم مثلثي على شبكة ثلاثية الطور 50Hz – 400V .

أكمل الجدول التالي ثم علق على النتائج :

	نجمي	مثلثي
التوتر بين طرفي ثنائي القطب		
تيار الطور		
تيار الخط		
P1(لثنائي قطب واحد)		
P		
Q		
S		

تمرين 08 :

تحمل اللوحة الاشارية لمسخن كهربائي ثلاثي الطور المركب على شبكة 400V , 50 Hz البيانات التالية :

$$U = 400\ V - \Delta - 50\ Hz - P = 3,0\ kW.$$

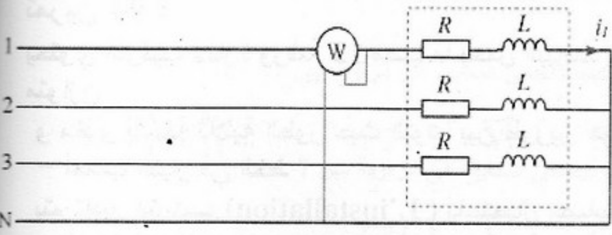
1) أرسم شكل اقران المسخن على الشبكة ؟

2) أحسب تيار الخط و التيار المار في عناصر المسخن ؟

3) استنتج قيمة المقاومة لعنصر واحد من المسخن ؟

تمرين 09 :

حمولة ثلاثية الطور مكونة من 3 وشائع متماثلة . كل وشيعة ممثلة بــ ذاتية L = 0,10 H على التسلسل مع مقاومة R = 40 Ω. تغذى العناصر الثلاثة بشبكة ثلاثية الطور متوازنة 220/380 V ; 50 Hz كما يبينه الشكل التالي :



1-1) ما هو نوع إقران الوشائع ؟

1-2) عين شدة التيار المار في الحيادي ؟

1-3) عين القيمة الفعالة للتوتر بين طرفي وشيعة واحدة ؟

2) مثل على الشكل -1- جهاز يسمح بقياس القيمة الفعالة للتوتر البسيط للشبكة ؟

3) أحسب ممانعة الوشيعة ؟

4-1) مثل على الشكل -1- جهازا يسمح بقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المار عبر الوشيعة المربوطة في الطور 1 ؟

4-2) أحسب القيمة التي يشير إليها هذا الجهاز ؟

4-3) أحسب زاوية فرق الطور بين i_1 و v_1 ؟

5) الاستطاعة التي يشير إليها الواطمتر في الشكل -1- هي $750\ W$.إذا كانت القيمة الفعالة للتيار المار في الوشيعة هو $I = 4{,}32\ A$ و زاوية فرق طور $38°$. أحسب بالنسبة للحمولة ثلاثية الطور :

5-1) عامل الاستطاعة ؟

5-2) الاستطاعة الظاهرية ؟

5-3) الاستطاعة الفعالة ؟

5-4) الاستطاعة الارتكاسية ؟

تمرين 10 :

على شبكة ثلاثية الطور $50\ Hz$, $230v / 400v$ ، نربط على شكل مثلثي ثلاثة (03) آخذات متماثلة ممانعتها $Z = 158\ \Omega$ و معامل استطاعة $\cos\varphi = 0{,}8$.

1——— o——[Z]——o

2——— o——[Z]——o

3——— o——[Z]——o

1) أكمل رسم الإقران و ضع عليه المقادير التالية :

$\vec{I_1}$, $\vec{J_{12}}$, $\vec{U_{12}}$, $\vec{U_{23}}$, $\vec{U_{31}}$

2) أحسب قيمة التيار J المار في عنصر واحد للآخذة ؟

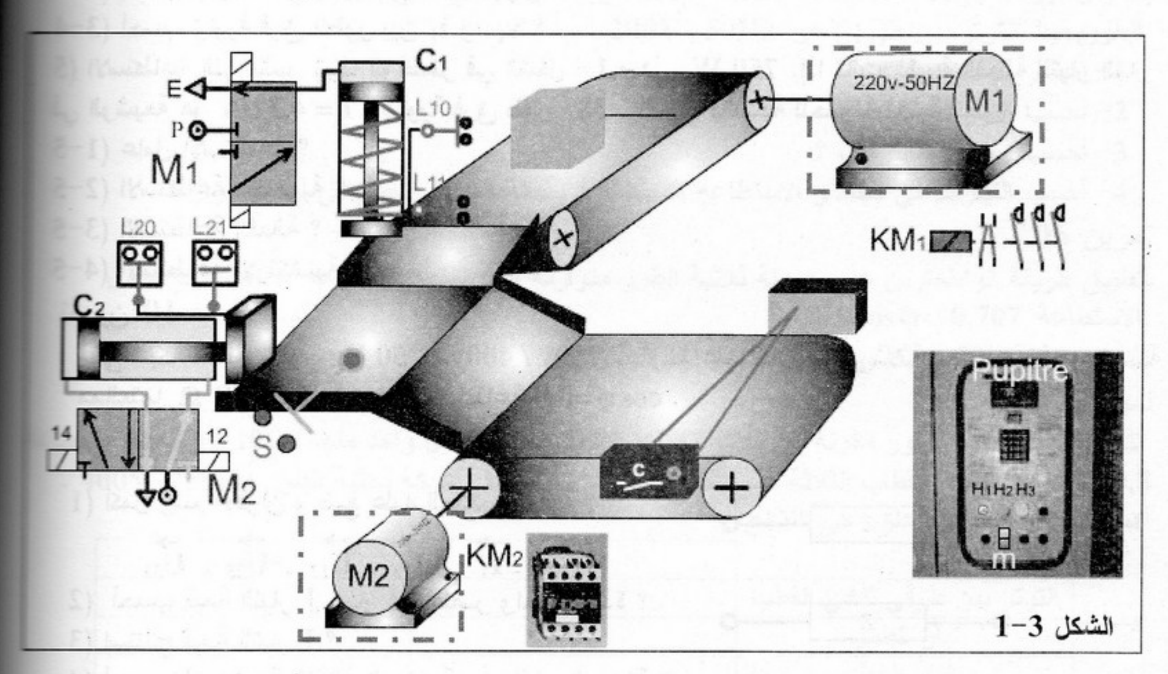
3) استنتج قيمة التيار I ؟

4) أحسب الاستطاعة الفعالة الممتصة من طرف، الحمولة ؟

5) أحسب الاستطاعة الارتكاسية الممتصة من طرف الحمولة ؟

6) استنتج الاستطاعة الظاهرية ؟

6 وظيفة الاستطاعة



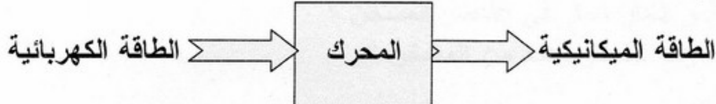
الشكل 3-1

حسب المعلومات التي يتلقاها جزء التحكم من الملتقطات، يقوم بأخذ القرارات المناسبة و يرسلها على شكل أوامر للتنفيذ إلى جزء الاستطاعة الذي يتمثل في الـمـنـفـذات.

المنفذات هي من مكونات الاستطاعة التي تقوم بتحويل طاقة إلى طاقة أخرى للحصول على عمل فيزيائي ، و هي أنواع منها المنفذات الكهربائية و التي تتمثل في المحركات الكهربائية التي تسمح بالحصول على حركات دورانية .

وظيفة المحرك :

وظيفة المحرك الكهربائي هي تحويل الطاقة الكهربائية (المقدمة من طرف التغذية الكهربائية) إلى طاقة ميكانيكية (حركية) .

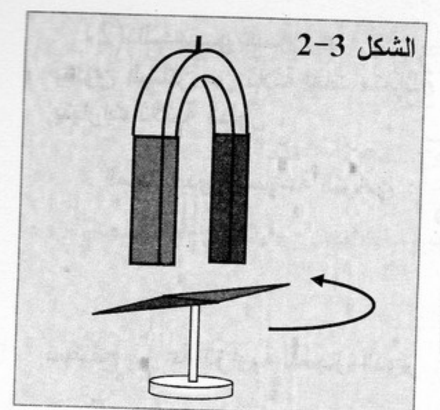


I- المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور :

80% من المحركات الكهربائية المستعملة هي محركات لاتزامنية لأنها تتميز ببساطة التكوين و الصلابة ، مجال الاستطاعة يتراوح من بعض الواط إلى عشرات الميقاواط .

1) مبدأ التشغيل :

يعتمد مبدأ تشغيل المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور على إنتاج حقل مغناطيسي دوار.

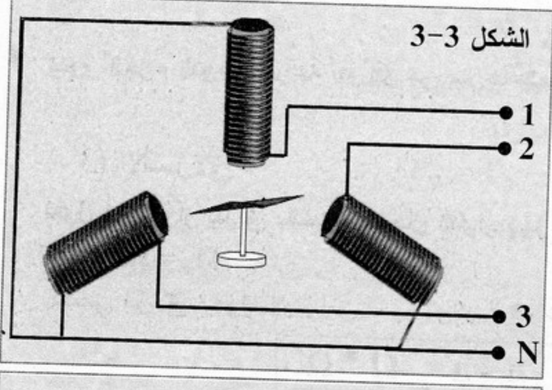


الشكل 3−2

تجربة −1− : تدوير مغناطيس دائم بسرعة n فوق إبرة ممغنطة .

- الملاحظة: دوران الإبرة في نفس اتجاه المغناطيس و بنفس السرعة n .
- التفسير: ينتج دوران المغناطيس حقلا مغناطيسيا دوارا بسرعة n تسمى سرعة التزامن .

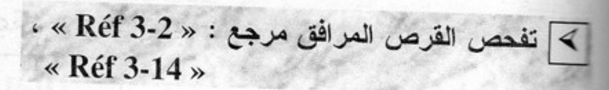
تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-9 » « Réf 3-1 »



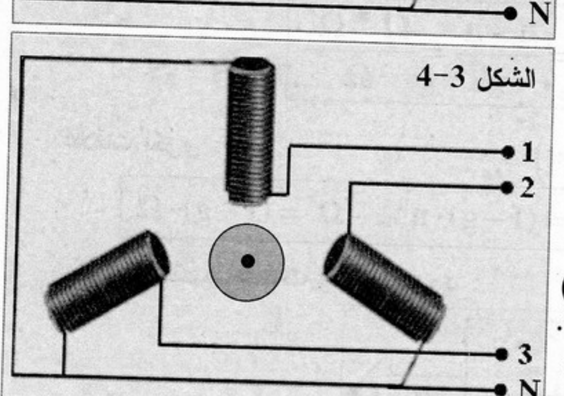
الشكل 3−3

تجربة −2−: نعوض المغناطيس بثلاثة (3) وشائع متماثلة ومتباعدة فيما بينها بزاوية قدرها °120 و مغذاة بتوترات ثلاثية الطور .

- الملاحظة: تدور الإبرة بنفس السرعة n .
- التفسير: تنتج الوشائع الثلاثة حقلا مغناطيسيا دوارا بنفس السرعة n .



تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-2 » ، « Réf 3-14 »



الشكل 3−4

تجربة −3−: نعوض الإبرة بقرص معدني .

- الملاحظة : يدور القرص في نفس اتجاه الحقل المغناطيسي الدوار و لكن بسرعة ´n أقل من سرعة التزامن n .
- التفسير :

- الحقل المغناطيسي الدوار (الناتج عن الوشائع الثلاثة) ينتج في القرص تيارات متحرضة تسمى تيارات " فوكو".
- هذه التيارات المتحرضة تحت تأثير الحقل الدوار تولد مزدوجة كهرومغناطيسية تدير القرص .
- يعاكس اتجاه الدوران تغيرات الحقل المغناطيسي (حسب قانون لانز)

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-4 » « Réf 3-3 »

ملاحظة : لعكس اتجاه الدوران يكفي عكس طورين .

الخلاصة :

- في حالة محرك لاتزامني ثلاثي الطور ، يتم الحصول على الحقل المغناطيسي الدوار بواسطة ثلاثة وشائع متشابهة مثبتة في الساكن و موضوعة على °120 و مغذاة بتوتر ثلاثي الطور .
- يعوض القرص بـ دوار بحيث تكون نواقله مقرا لتيارات متحرضة . هذه الأخيرة تحت تأثير الحقل المغناطيسي الدوار تولد مزدوجة كهرومغناطيسية (عزم المحرك) التي تدير القرص .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-11 »

2) الســـرعـــة :

يتكون الساكن من ثلاثة لفات متماثلة مربوطة نجميا أو مثلثيا يتولد بها مجال مغناطيسي دوار عند تغذيتها بتيارات ثلاثية الطور .

المجال يدور بسرعة التزامن : $n = \dfrac{f}{p}$ حيث
- n : سرعة التزامن (tr/s)
- f : التردد (Hz)
- P : عدد أزواج الأقطاب

نستنتج سرعة الزاوية للمجال الدوار : $\Omega = 2\pi n = 2\pi \dfrac{f}{p} = \dfrac{\omega}{p}$ حيث
- ω : النبض (rad/s)
- Ω : السرعة الزاوية (rad/s)

يدور الجزء الدوار بسرعة n' أقل من سرعة المجال الدوّار ،و بسرعة زاوية Ω' حيث $n' < n$ و $\Omega' < \Omega$

3) الانـــزلاق :

نقول أن الدوار ينزلق بالنسبة للمجال الدوار بسرعة انزلاق : $n_g = n - n'$ و بسرعة زاوية انزلاق :

$\Omega_g = \Omega - \Omega'$

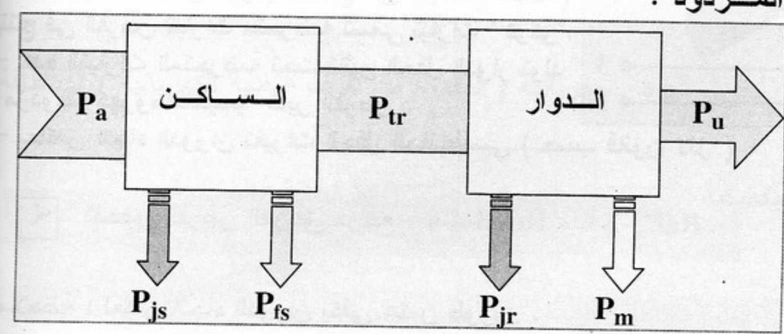
نسمي انزلاق محرك لامتزامن نسبة تواتر (سرعة) الانزلاق n_g على تواتر (سرعة) التزامن n :

$$g = \frac{n_g}{n} = \frac{n - n'}{n} = \frac{\Omega - \Omega'}{\Omega}$$

علاقات أخرى :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow n - n \cdot g = n' \quad \Rightarrow \quad n' = (1-g) \cdot n \;, \quad \Omega' = (1-g) \cdot \Omega$$

4) الإستـــطاعـــات و المـــردود :



أ) الإستطاعات في الساكن :

- الاستطاعة الممتصة : $P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$
- الضياعات بمفعول جول في لفات الساكن : $P_{js} = \dfrac{3}{2} \cdot r \cdot I^2$ (مهما يكن نوع الإقران) .

r : (المقاومة المقاسة بين طورين)

(حالة إقران مثلثي) . $P_{js} = R \cdot I^2$ (حالة إقران نجمي) . $P_{js} = 3 \cdot R \cdot I^2$

R : (مقاومة اللف الواحد للساكن)

- الضياعات في حديد الساكن P_{fs} : تكون عمليا مستقلة عن الحمولة (ثابتة) .

ب) الاستطاعة المنقولة إلى الدوار :

هي الإستطاعة المنقولة إلى الدوار و التي تنقل من طرف العزم الكهرومغناطيسي T الناتج عن المجال الدوار :

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs})$$

جـ) الإستطاعات في الدوار :

- الضياعات بمفعول جول في الدوار : $P_{jr} = g \cdot P_{tr}$
- الضياعات في حديد الدوار P_{fr} : مهملة لأن تواتر تيارات الدوار ضعيف .
- الضياعات الميكانيكية P_m : ثابتة و مستقلة عن الحمولة .
- الاستطاعةالمفيدة : $P_u = P_a - (P_{js} + P_{fs} + P_{jr} + P_m)$

$$P_u = P_{tr} - (P_{jr} + P_m)$$

ملاحظة : الضياعات الثابتة P_c هي الضياعات التي تشمل الضياعات في حديد الساكن و الضياعات الميكانيكية وتحدد بالاختبار في الفراغ .

يمتص المحرك في الفراغ تيارا شدته I_0 وإستطاعة P_0 :

$$P_0 = P_c + P_{js} \Rightarrow P_0 = P_{fs} + P_m + P_{js} \Rightarrow P_c = P_{fs} + P_m = P_0 - P_{js}$$

د) مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_a - (P_{js} + P_{jr} + P_{fs} + P_m)}{P_a}$$

هـ) العـــــزم :

العزم الكهرومغناطيسي : $T = \frac{P_{tr}}{\Omega}$ ، العزم المفيد : $T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$

نشاط :

محرك لاتزامني 380 V ,50Hz يمتص تيارا شدته 15 A بمعامل استطاعة 0,8.تواتر الدوران 1425 tr/mn الضياع في الحديد = الضياع الميكانيكي = 150 w . يهمل الضياع بمفعول جول في الساكن . أحسب :

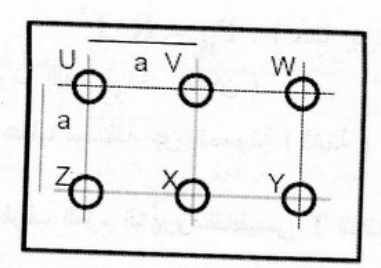
1) عدد الأقطاب 2) الاستطاعة الممتصة 3) الانزلاق 4) الاستطاعة المنقولة
5) الضياع بمفعول جول في الدوار 6) المردود

5) إقلاع المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور :

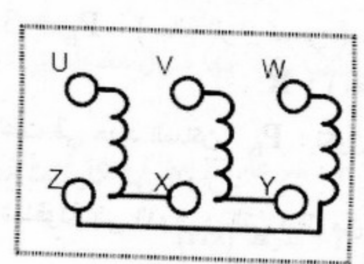
5-1) لوحة المرابط و إقران اللفات :

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-5 »

* لوحة المرابط : تحتوي لوحة المرابط لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور دائما على 06 مرابط حيث تمثل U , V , W مداخل الوشائع و Z , X , Y مخارجها . تكون المرابط U , V , W دوما مربوطة بشبكة التغذية .



نظرة خارجية



نظرة داخلية

الشكل 3-5

2-5) إقران لفات الساكن :

تصنع كل لفة بحيث تتحمل توترا أقصى الذي لا يجب تجاوزه لتفادي انهيارها .حسب التوتر المركب لشبكة التغذية المستعملة ، تقرن لفات الساكن إما <u>نجمي</u> أو <u>مثلثي</u> بحيث تغذى تحت التوتر الموافق لها .

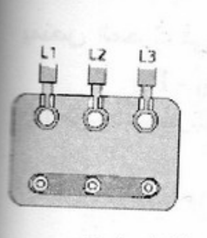
يتم اختيار نوع إقران لفات الساكن نجمي(**Y**) أو مثلثي (Δ) حسب خصائص المحرك و الشبكة المتوفرة. تعطي اللوحة الإشارية لمحرك لامتزامن دائما توترين للتشغيل :

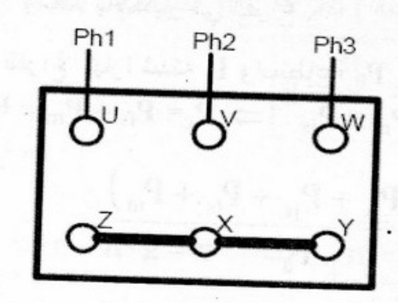
مثـــال : 220 / 380 V أو 380 / 660 V

تمثل القيمة الصغرى التوتر الإسمي للف واحد (طور واحد) .

- <u>الإقران النجمي</u> :

- الرمز : **Y** أو ⅄
- المبدأ :الوشائع الثلاثة لها نقطة مشتركة **X , Y , Z** ثم تربط الأطوار الثلاثة بالأطراف **U , V , W** .





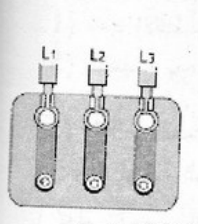
Ph1 U Ph2 Ph3 V Z X Y $U/\sqrt{3}=V$ U W

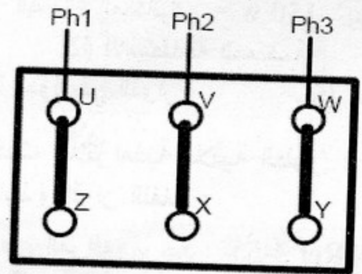
الشكل 3-6

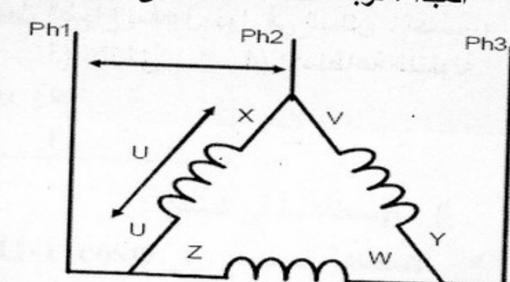
في حالة الإقران النجمي تخضع الوشائع للتوتر البسيط " **V** "

- <u>الإقران المثلثي</u> :

- الرمز : **D** أو Δ
- المبدأ : تربط اللفات الثلاثة على التسلسل مشكلة مثلثا ثم توصل الأطوار الثلاثة برؤوس المثلث .







الشكل 3-7

في حالة الإقران المثلثي تخضع الوشائع للتوتر المركب " **U** "

➢ تفحص القرص المرافق مرجع : « **Réf 3-6** »

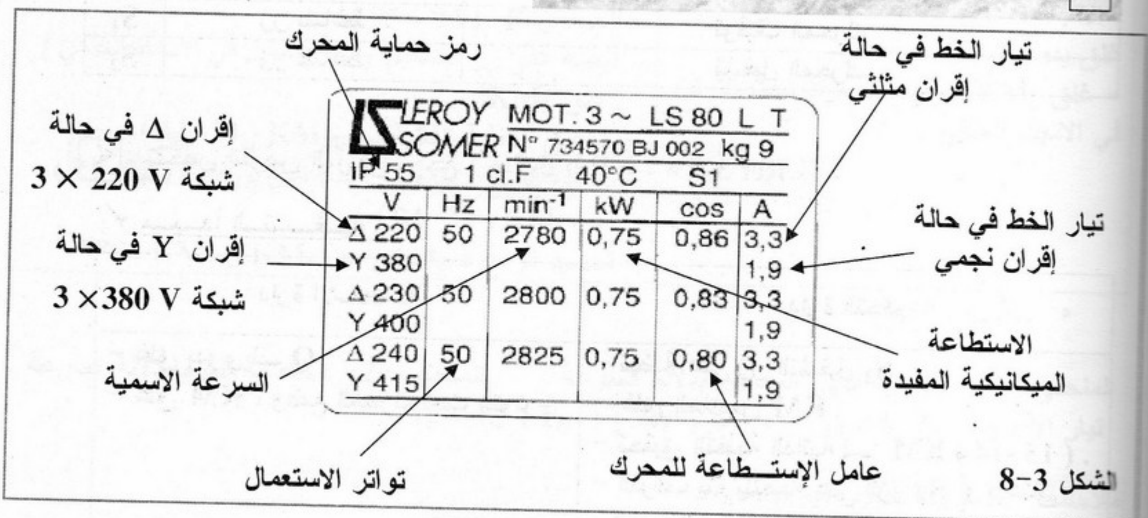
نشاط : أذكر نوع الإقران الموافق في الجدول التالي :

3-5) لوحة التعليمات :

نجد على المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور لوحة التعليمات التي تحمل البيانات التالية :
- **المميزات الكهربائية**
- **المميزات الميكانيكية**
- **المميزات التجارية**

الشبكة / المحرك	3 × 380V	3 × 220V
127 / 220 V		
220 / 380 V		
380 / 660 V		

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-5 »



الشكل 3-8

4-5) إقلاع المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور :

5-4-1/ الإقلاع المباشر :

<u>المبدأ</u> : يوصل المحرك مباشرة بشبكة التغذية و يتم الإقلاع في شوط واحد .

- الإقلاع المباشر اتجاه واحد للدوران :

دارة التحكم	دارة الاستطاعة	المخطط الوظيفي
L1 Q, 95, F, 96, S1, S2, 13, KM, 14, KM, L2 Q	L1 L2 L3, 1 3 5, Q, 2 4 6, 1 3 5, KM, 2 4 6, 1 3 5, F, 2 4 6, U V W, M 3 ~	3, 3, M 3 ~

الشكل 3-9

✓ **الأجهزة المستعملة و دورها :**

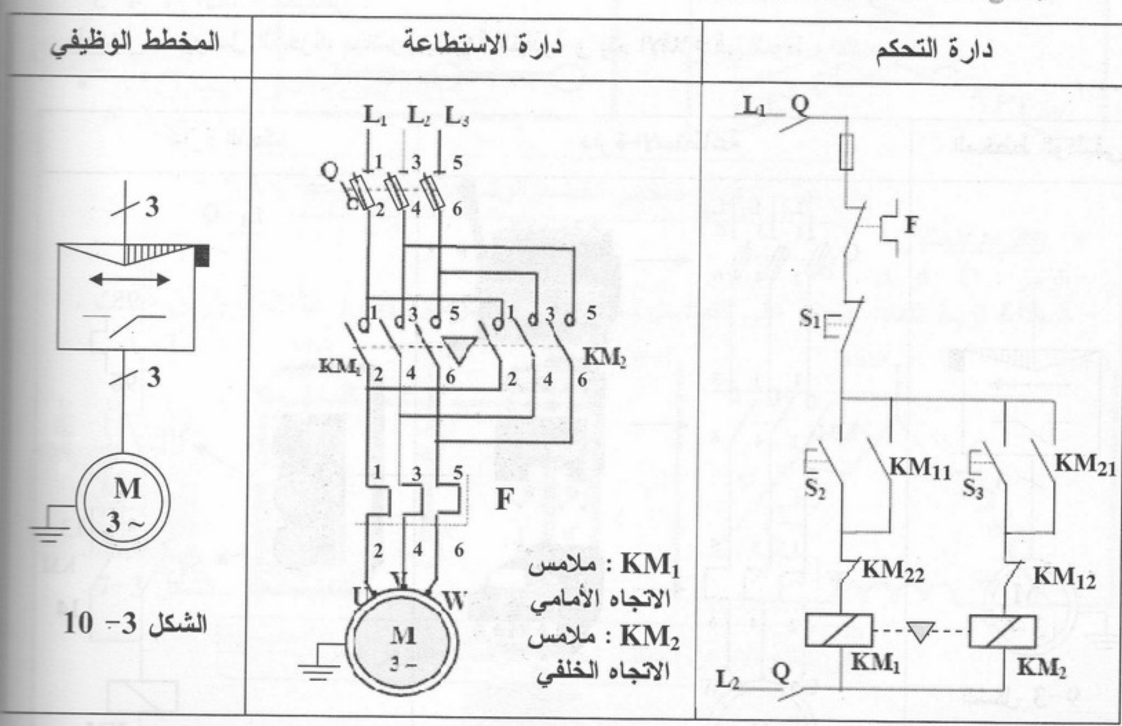
الرمز	الجهاز	الدور
Q	قاطع عازل	عزل الدارة و الحماية ضد الدارات القصيرة
KM	ملامس كهرومغناطيسي	التحكم في المحرك
F	مرحل حراري	حماية المحرك من الحمولة المفرطة
M	محرك ثلاثي الطور	تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية
S_1	زر ضاغط	توقيف المحرك
S_2	زر ضاغط	تشغيل المحرك

➢ تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-7 » ، « Réf 3-5 »

✓ **مـبـدأ الـتـشـغـيـل :**

دارة الاستطاعة	دارة التحكم
- غلق يدوي لـ Q . - غلق KM ، وضع المحرك تحت التوتر	- نبضة على زر التشغيل S_2 . - غلق الملامس KM . - تحقيق التغذية الذاتية لـ KM (14- 13) . - التوقف يتم بنبضة على الزر S_1 أو بإعتاق المرحل الحراري F (96 – 95)

• **الإقلاع المباشر اتجاهين للدوران :**



الشكل 3- 10

✓ **مـبـدأ الـتـشـغـيـل :**

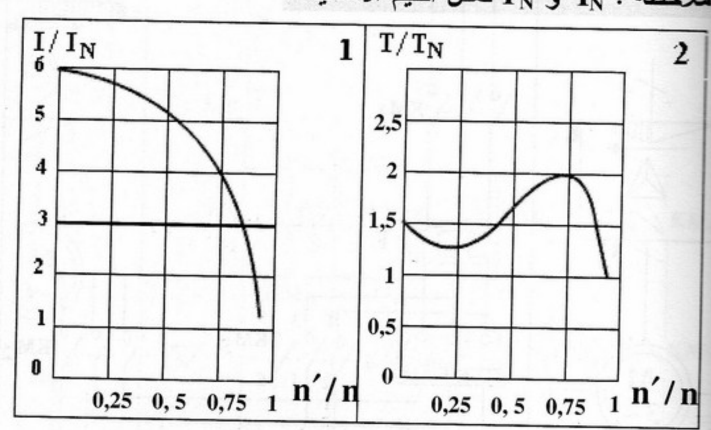
دارة التحكم	دارة الاستطاعة
- نبضة على زر التشغيل S_2 (التشغيل في الاتجاه الأمامي) - غلق KM_1 - تحقيق التغذية الذاتية بــ KM_{11} (14- 13) - التوقف يتم بنبضة على الزر S_1 أو بإعتاق المرحل الحراري F (96 – 95) . - نبضة على زر التشغيل S_3 (التشغيل في الاتجاه الخلفي) . - غلق KM_2 - تحقيق التغذية الذاتية بــ KM_{21} (14- 13) - تحقيق الرتج الكهربائي بالملمسين KM_{12} (22- 21) و KM_{22} (22- 21) . - تجسيد الرتج الميكانيكي بين KM_1 و KM_2 بــ ▽	الاتجاه الأمامي : - غلق يدوي لــ Q . - غلق KM_1 ، وضع المحرك تحت التوتر في الاتجاه الأمامي . الاتجاه الخلفي : غلق يدوي لــ Q . - غلق KM_2 ، وضع المحرك تحت التوتر في الاتجاه الخلفي .

• خاصيات الاقلاع المباشر :

المنحنى -1- : خاصية التيار الممتص بدلالة السرعة .   المنحنى -2- : خاصية العزم بدلالة السرعة

تيار الإقلاع : $I_d = 6 . I_N$ ،   عزم الإقلاع : $T_d = 1,5 . T_N$

ملاحظة : I_N و T_N تمثل القيم الاسمية .



الشكل 3-11

• إيجابيات و سلبيات الإقلاع المباشر :

الإيجابيات	السلبيات
بساطة أجهزة التحكم	تيار الاقلاع كبير (4 إلى 8 مرات التيار الاسمي) مما قد يسبب تسخين اللفات
عزم الاقلاع كبير (1,5 إلى 2 مرات العزم الاسمي)	إقلاع عنيف و هذا خطر على الأعضاء الميكانيكية
إقلاع سريع (2s إلى 3 s)	

• إستعمال الإقلاع " المباشر " :

يخصص هذا النوع من الاقلاعات لـــ :

- المحركات ذات الاستطاعات الضعيفة ($P < 5kW$) بسبب طلب تيار كبير عند الاقلاع .
- الآلات التي تتطلب عزم إقلاع كبير

5-4-2/ الإقلاع نجمي – مثلثي :

يطبق هذا النوع من الاقلاعات على المحركات التي تكون كل أطراف لفاتها خارجية على لوحة المرابط و يكون الاقران المثلثي موافقا لتوتر الشبكة .

<u>المبدأ</u> : يتم الاقلاع في شوطين (مرحلتين) :

الشوط الأول : <u>إقران نجمي (Y) للفات المحرك</u>

يتم إقلاع المحرك بإقران نجمي تحت توتر مخفض $\frac{U}{\sqrt{3}}$ حيث تيار الإقلاع ضعيف .

الشوط الثاني : <u>إقران مثلثي (Δ) للفات المحرك</u>

عندما تقترب سرعة الاقلاع من السرعة الاسمية، يتم حذف الاقران النجمي و المرور بسرعة إلى الاقران المثلثي فيصبح المحرك مغذى بالتوتر الكلي U .

- <u>اقلاع نجمي – مثلثي اتجاه واحد للدوران :</u>

المخطط الوظيفي	دارة الاستطاعة	دارة التحكم
3, 3, M 3~	L1 L2 L3, Q, KM1, F, U V W, Z X Y, 1 3 5 KM3, 2 4 6, KM2	L Q, F, S1, KM12, KM23, KM11, S2, KM21, KM31, KM22, L Q KM2, KM3, KM1

الشكل 3- 12

✓ <u>الأجهزة المستعملة و دورها</u> :

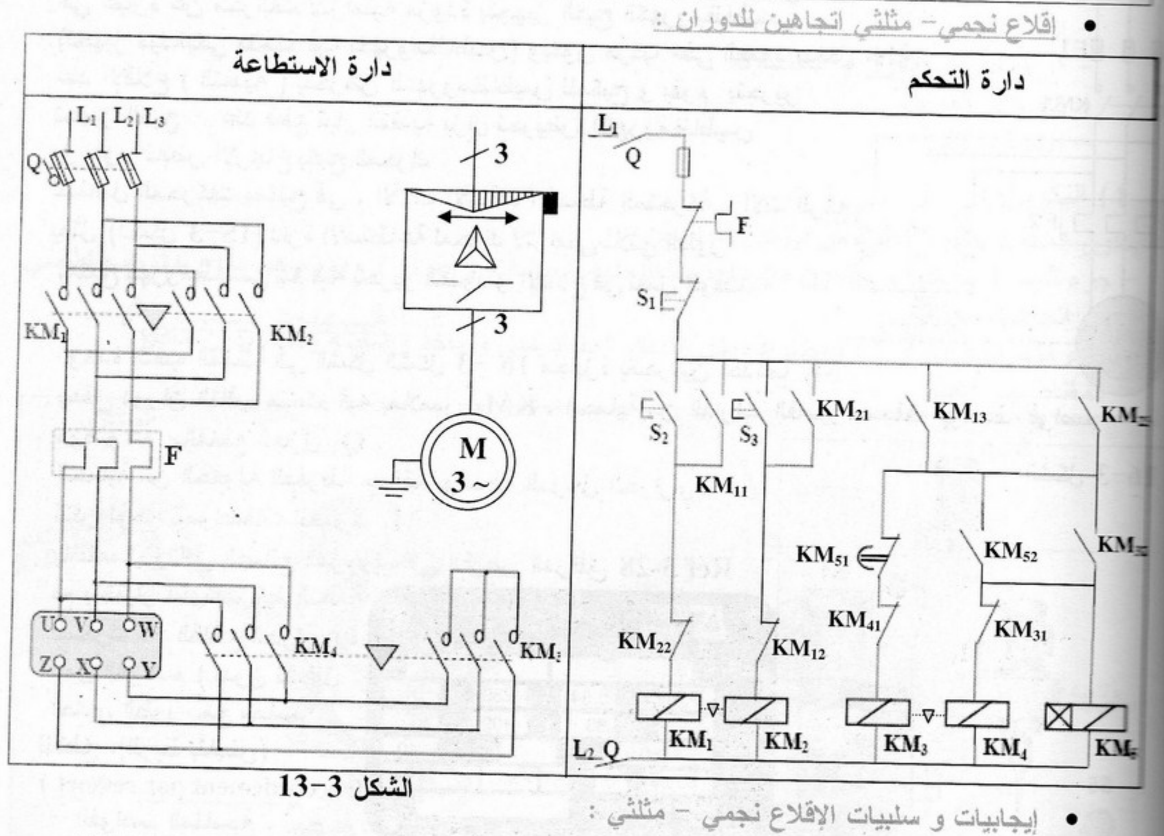
الرمز	الجهاز	الدور
KM_1	ملامس كهرومغناطيسي	التحكم في المحرك (ملامس الخط)
KM_2	ملامس كهرومغناطيسي	تحقيق الربط النجمي
KM_3	ملامس كهرومغناطيسي	تحقيق الربط المثلثي
KM_{12}	ملمس مؤجل	ضبط زمن الربط النجمي

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-8 »

✓ مبدأ التشغيل :

دارة الاستطاعة	دارة التحكم
- غلق يدوي لـ Q . - غلق KM_2 (تحقيق الربط النجمي) - غلق KM_1 (ملامس الخط) - فتح KM_1 (خذف الربط النجمي) - غلق KM_3 (تحقيق الربط المثلثي)	- نبضة على زر التشغيل S_2 - تحريض KM_2 . - غلق المماسات KM_{21} و KM_{23} - فتح KM_{22} . - تحريض KM_1 . - تحقيق التغذية الذاتية لـ KM_1 بواسطة الملمس KM_{11} . - فتح الملمس المؤجل KM_{12} . - إزالة التحريض لـ KM_2 . - تحريض KM_3 . - التوقف يتم بنبضة على الزر S_1 أو بإعتاق المرحل الحراري F (96 – 95) أو بانصهار الفواصم .

• إقلاع نجمي – مثلثي اتجاهين للدوران :



الشكل 3–13

• إيجابيات و سلبيات الإقلاع نجمي – مثلثي :

الإيجابيات	السلبيات
تيار الاقلاع ضعيف من 1,3 إلى $2{,}6.I_N$	العزم ضعيف مقارنة مع عزم الاقلاع المباشر من 0,2 إلى $0{,}5.T_N$
	التيارات الانتقالية هامة عند المرور من الاقران النجمي إلى المثلثي

• خاصيات الاقلاع " نجمي – مثلثي " :

المنحنى -1- : خاصية التيار الممتص بدلالة السرعة .

تيار الإقلاع : $I_d = 2 . I_N$

المنحنى -2- : خاصية العزم بدلالة السرعة .

عزم الإقلاع : $T_d = 0,5 . T_N$

الشكل 3-14

• استعمال الإقلاع نجمي – مثلثي :

يخصص هذا النوع من الاقلاع للمحركات ذات الحمولةالضعيفة .

6) المحركات الكابحة :

الشكل 3-15

هي عبارة عن محركات لاتزامنية مزودة بتجهيز الكبح الكهرومغناطيسي (تجهيز ميكانيكي متحكم فيه بكهرومغناطيس) ويكون مركبا على العمود بداخل الآلة . عند الإقلاع (التغذية) يتحرض الكهرومغناطيس للمكبح و يقوم بتحرير تجهيز الكبح . عند قطع تيار التغذية يزال تحريض الكهرومغناطيس و يقوم نابض الإرجاع بكبح المحرك .

تستعمل المحركات بمكبح في : الآلات الآلية ، الأبسطة المتحركة ، آلات الرفع

يمثل (الشكل 3-15) دارة الاستطاعة لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور بمكبح كهرومغنايسي يتم فيه تحرير العمود و الإقلاع في نفس الوقت.

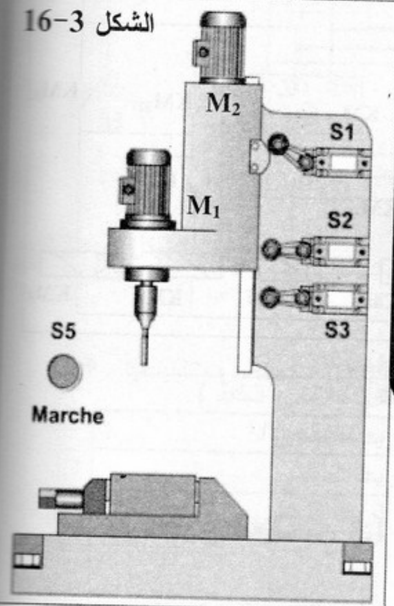
وضعية إدماجية :

وحدة الثقب الممثلة في الشكل الشكل 3- 16 مجهزة بمحركين أحدهما M_1 يحقق دوران الثاقب متحكم فيه بملامس KM_1 . الحماية من الدارات القصيرة محققة بواسطة فواصم موضوعة بالقاطع العازل Q_1 .

الحماية من الحمولة المفرطة محققة بواسطة المرحل الحراري .

لتكن لوحة المواصفات للمحرك M_1 :

الشكل 3-16



LEROY SOMER	16815 ANGOULEME FRANCE				
MOTEUR ASYNCHRONE - NFC 51.111 NOV. 79					
Type					
kW	7,5	cosφ 0,84	Δ V 230	A	
		rd% 83	Y V 400	A	
tr/min	1450		amb °C	40	
Hz	50	Ph 3	S° S1 FMC		84
Roulements Made in					
Autres Pièces Made in FRANCE					

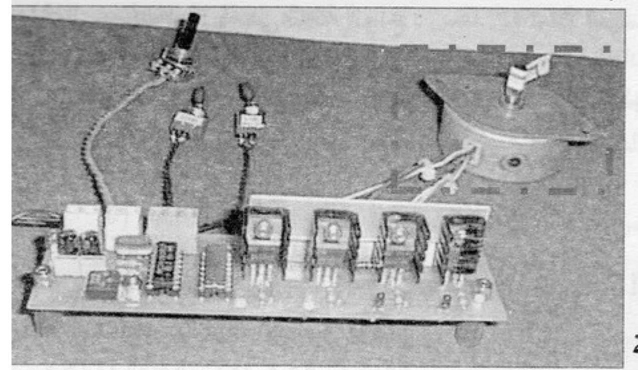
باستعمال وثائق الصانع الموجودة في القرص المرافق Réf 3-28 قم باختيار مكونات خط التغذية للمحرك :– القاطع العازل Q_1 حامل الفواصم (بدون تشغيل أحادي الطور ،مع مماسين للقطع ،(الربط بنابض) (raccordement par ressort)

- الفواصم المناسبة .
- الملامس KM_1 (الربط بنابض) .
- المرحل الحراري F_1 (الربط بنابض)

ملاحظة :

شبكة التغذية المتوفرة هي شبكة 4 خطوط 400V +N التي تنتج تيار أقصى 100 A و جزء التحكم تحت توتر 24 V و تواتر 50 Hz .

II- المحرك خطوة خطوة :



ظهر المحرك خطوة خطوة لأول مرة سنة 1933 و منذ ذلك الحين و هو في تطور مستمر نظرا لأهميته البالغة و كثرة استعماله . يرجع فضل تطوره لظهور الميكرومعالج ، بساطة تركيبه ، سهولة التحكم فيه و قلة تكلفته .

1) تعريـــف :

المحرك خطوة خطوة هو منفذ يقوم بتحويل سلسلة من نبضات للتيار (طاقة كهربائية) إلى حركة دورانية بعدد خطوات مناسب (طاقة ميكانيكية) . تتعلق سرعة المحرك بتواتر النبضات المرسلة .

2) الـــرمـــز :

M

3) مجال الاستعمال :

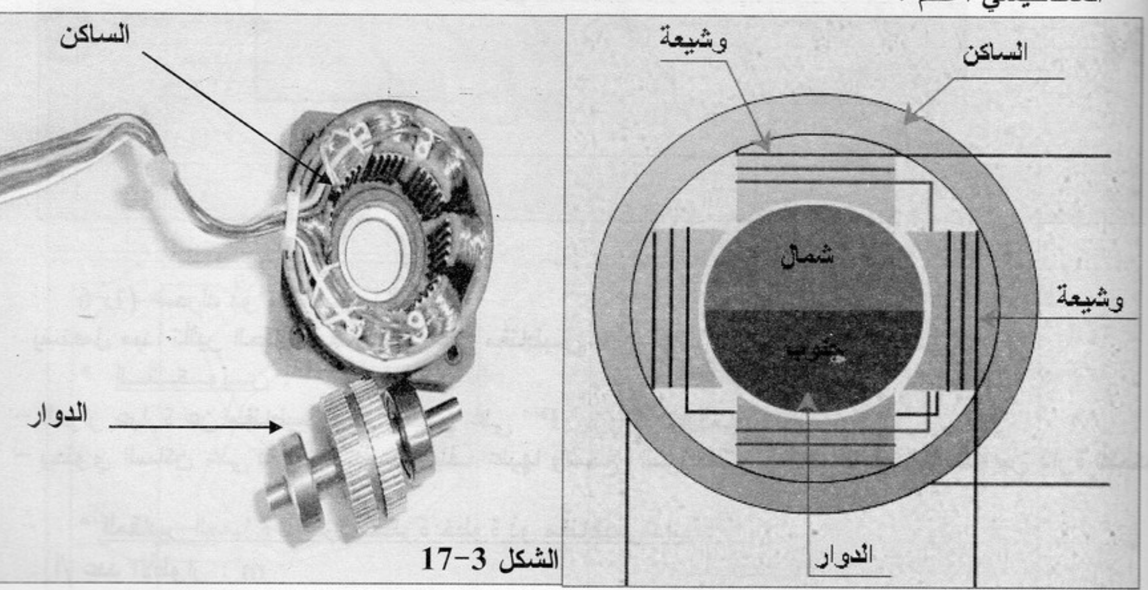
تستعمل المحركات خطوة خطوة في كل التطبيقات التي تتطلب حركات دقيقة :

- الطابعات
- قارئ القرص المرن و المضغوط
- كاميرات المراقبة
- الانسان الآلي

4) التكوين :

يتكون المحرك خطوة خطوة من جزئين أساسيين :

- جزء ثابت (الساكن) : يتكون من دارة مغناطيسية و وشائع (أطوار) ، دوره هو إنتاج تدفق مغناطيسي في اتجاهات مختلفة .
- جزء متحرك (الدوار) : موضوع داخل التدفق المغناطيسي و يأخذ وضعيته بحيث يكون التدفق المغناطيسي أعظم .



الشكل 3-17

5) أنواع المحركات خطوة خطوة :

تصنف المحركات خطوة خطوة حسب :

* الــــــدوار : و هي ثلاثة أنواع :
- محرك ذو مغناطيس دائم
- محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة
- محرك هجيني

* الســــاكــن : وهي نوعان :
- أحادي القطب : تحتوي لفات الساكن على نقطة وسطية
- ثنائي القطب : لا تحتوي لفات الساكن على نقطة وسطية

6) مبدأ التشغيل :

تجربة : نغذي وشيعة و نضع بجانبها إبرة ممغنطة .

- الملاحظة: تتحرك الإبرة و يوضع وجهها الشمالي نحو وجه الوشيعة (الوجه الجنوبي) .

- التفسير: مرور تيار كهربائي في وشيعة ينتج عنه حقل مغناطيسي .

الشكل 3-18

B

N S

التدفق المتحرض في حلزونية

شمال جنوب

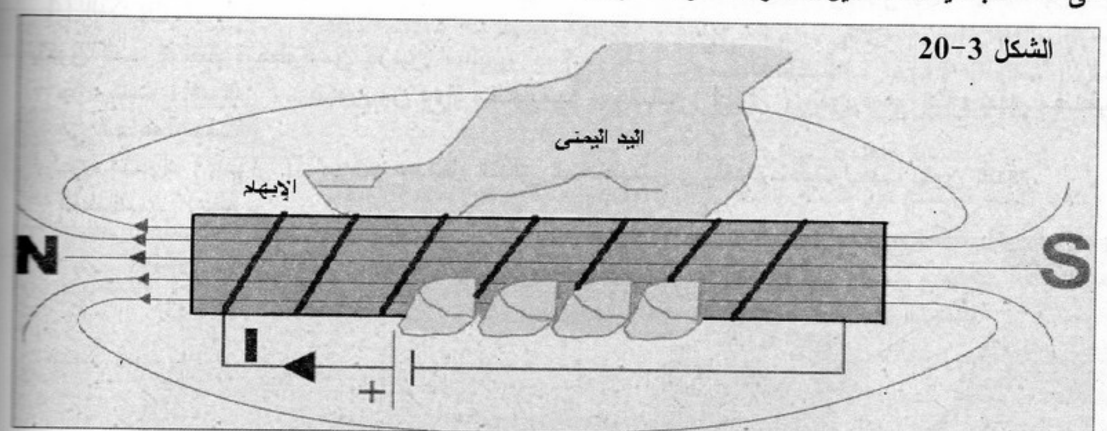
i

الشكل 3-19

كما يوضح الشكل 3-19 في حالة حلزونية و بالتالي وجود وجه شمالي و وجه جنوبي حسب قاعدة اليد اليمنى الشكل 3-20 .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-16 »

(ملاحظة : قطبان متشابهان يتنافران و قطبان مختلفان يتجاذبان) .
على هذا المبدأ يعتمد تشغيل المحرك خطوة خطوة .



الشكل 3-20

6-1) محرك ذو مغناطيس دائم :

يستعمل مبدأ تأثير الحقل المغناطيسي على مغناطيس .

* الـتـكـويـن :

- الدوار عبارة عن مغناطيس دائم يحتوي على " P " أزواج الأقطاب .
- يحتوي الساكن على دارة مغناطيسية يلف عليها وشائع التي تتلقى نبضات التيار المرسلة من دارة التحكم

* المقادير المميزة للمحرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم :

أ/ عدد الأطوار : m

ب/ عدد أزواج أقطاب الدوار : p

جـ/ نوع التغذية : K_1

- يكون المحرك أحادي القطب لما يولد اللف دوما قطبا من نفس الإسم (إتجاه الحقل المغناطيسي $\vec{B}$) إستقطاب اللف وحيد $(K_1=1)$.
- يكون المحرك ثنائي القطب لما يولد اللف إما وجها شماليا أو جنوبيا حسب اتجاه التيار ، كل طرف من هذه اللفات يكون خاضعا للقطب السالب أو الموجب $(K_1=2)$.

د/ نوع التبديل K_2:
- تبديل متناظر (الخطوة الكاملة) : يكون نفس عدد الأطوار المحرضة خلال دورة التشغيل .
- تبديل غير متناظر (نصف الخطوة) : يتغير عدد الأطوار المحرضة خلال دورة التشغيل .

هـ/ عدد الخطوات في الدورة (الوضعيات) N : $N=m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2$

ي/ الخطوة الزاوية α : $\alpha = \frac{360}{N}(°) = \frac{2\pi}{N}(rd)$

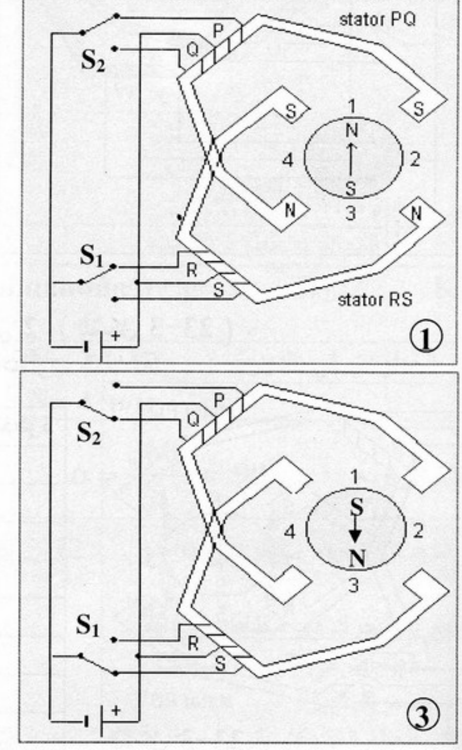
- **محرك ذو مغناطيس دائم أحادي القطب (أحادي الاتجاه) :**

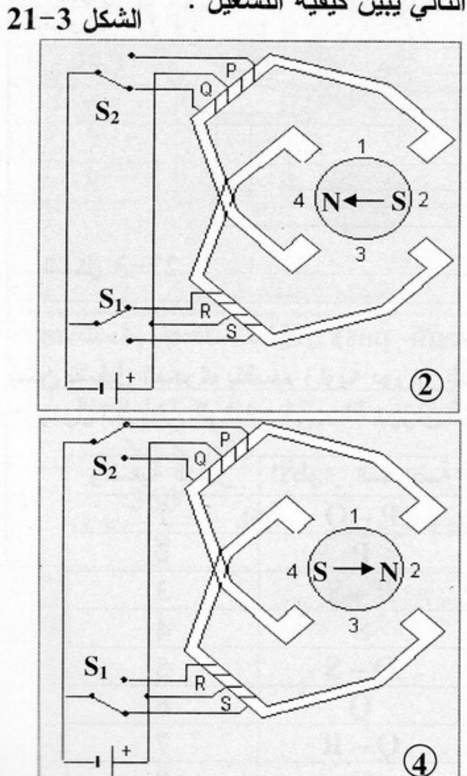
يحتوي الساكن على وشيعتين بنقطة وسطية و دوار ذو قطبين . تسمح المبدلتين بترتيب تغذية الوشائع (نصف الوشيعة) و يسمى هذا النوع من التغذية " أحادي القطب " لأن نفس قطب التغذية يطبق دائما على نفس أطراف نصف الوشائع .
في الحقيقة يحتوي المحرك على أربعة وشائع مستقلة أو أربعة أطوار ، يتعلق اتجاه الدوران بترتيب تغذية وشائع الساكن .

تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-10 »

- التحكم بالخطوة الكاملة (commande par pas entier). (الشكل 3-21)
نقوم بتغذية الوشائع P , Q , R , S مثنى مثنى والجدول التالي يبين كيفية التشغيل .

الشكل 3-21





- جدول تحريض الوشائع :

الخطوة	اتجاه الدوران : إتجاه عقارب الساعة		اتجاه الدوران :عكس إتجاه عقارب الساعة	
	الأطوار المحرضة	وضعية الدوار	الأطوار المحرضة	وضعية الدوار
1	P - R	1	Q - R	4
2	P – S	2	Q – S	3
3	Q – S	3	P – S	2
4	Q - R	4	P - R	1

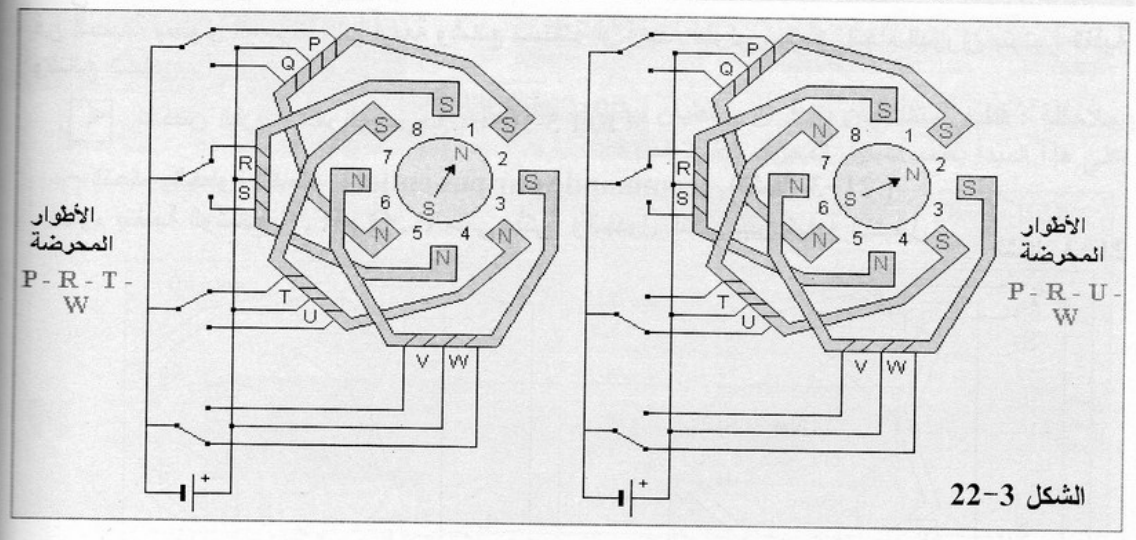
- المقادير المميزة :

$m=4 \;,\; p=1 \;,\; K_1=1 \;,\; K_2=1$

عدد الوضعيات : $N= m . p . K_1 . K_2 = 4 . 1 . 1 . 1 = 4$ p/tr

الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$ نوع التبديل : أحادي القطب متناظر .

ملاحظة -1- : لزيادة عدد وضعيات الدوار ، يكمن الحل في زيادة عدد الأطوار . في حالة الشكل التالي ، يمكن للدوار أن يأخـذ 8 وضعيات أي خطوة زاوية °45 .

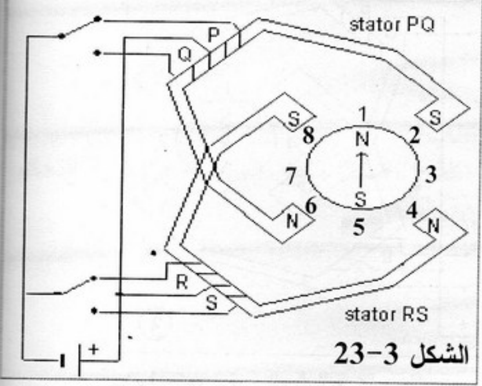


الشكل 3-22

- التحكم بنصف الخطوة . (commande par demi- pas)

يمكن تشغيل المحرك بتقسيم زاوية دوران الدوار على 2 (الشكل 3-23) .

- جدول تحريض الوشائع في حالة دوران قي اتجاه عقارب الساعة :



الشكل 3-23

نصف الخطوة	الأطوار المحرضة	وضعية الدوار
1	P – Q	1
2	P	2
3	P – S	3
4	S	4
5	Q – S	5
6	Q	6
7	Q – R	7
8	R	8

نشاط :

أعط جدول تحريض الوشائع في حالة دوران المحرك عكس اتجاه عقارب الساعة ؟

- المقادير المميزة :

$m=4 \quad , \quad p=1 \quad , \quad K_1=1 \quad , \quad K_2=2$

عدد الوضعيات : $N= m . p . K_1 . K_2 = 4 . 1 . 1 . 2 = 8$ p/tr

الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$

نوع التبديل : أحادي القطب لامتناظر .

- **محرك ذو مغناطيس دائم ثنائي القطب (ثنائي الاتجاه) :**
(الشكل 3-24)

لا تحتوي وشائع الساكن على نقطة وسطية .

الشكل 3-24

- جدول تحريض الوشائع في حالة دوران في اتجاه عقارب الساعة :

التحكم بالخطوة الكاملة

الخطوة	الطوار المحرضة	وضعية الدوار
1	P - R	1
2	P – R	3
3	P – R	5
4	P – R	7

التحكم بنصف الخطوة

نصف الخطوة	الطوار المحرضة	وضعية الدوار
1	P – R	1
2	P	2
3	P – R	3
4	R	4
5	P – R	5
6	P	6
7	P – R	7
8	R	8

- المقادير المميزة :

التحكم بالخطوة الكاملة	التحكم بنصف الخطوة
$m=2 \quad p=1 \quad K_1=2 \quad K_2=1$	$m=2 \quad p=1 \quad K_1=2 \quad K_2=2$
عدد الخطوات في الدورة : $N=2.1.2.1$ $N=4$ p/tr	عدد الخطوات في الدورة : $N=2.1.2.2$ $N=8$ p/tr
الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$	الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$

> تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-12 » ، « Réf 3-15 »

* **خصائص المحرك ذو مغناطيس دائم :**
- عدد الخطوات في الدورة ضعيف
- عزم المحرك كبير
- يتعلق اتجاه الدوران بترتيب تغذية الوشائع و اتجاه التيار بالنسبة لثنائي القطب .

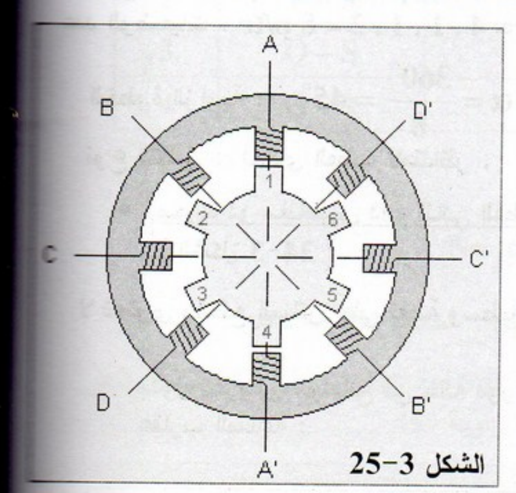
6-2) محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة : **يستعمل مبدأ التدفق الأعظمي .**

* **التـكـويـن :**

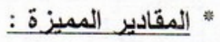
- الدوار عبارة عن اسطوانة من الحديد اللين (غير ممغنط) و يحتوي على أسنان .
- يحتوي الساكن على أسنان بعدد مختلف عن الدوار حيث تلف عليها وشائع التي تمثل أطوار المحرك .

ملاحظة: n_S : عدد أسنان الساكن ، n_r : عدد أسنان الدوار

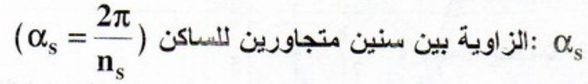
$$n_S > n_r$$



الشكل 3-25



* **المقادير المميزة :**



α_s :الزاوية بين سنين متجاورين للساكن ($\alpha_s = \dfrac{2\pi}{n_s}$)

α_r :الزاوية بين سنين متجاورين للدوار ($\alpha_r = \dfrac{2\pi}{n_r}$)

الخطوة الزاوية : $\alpha = \alpha_r - \alpha_s$

عدد الخطوات في الدورة : باستعمال العلاقات السابقة

نجد : $N = \dfrac{n_s \cdot n_r}{n_s - n_r}$

الخطوة الزاوية : $\alpha = \dfrac{2\pi}{N}$

* **مبدأ التشغيل :**

عند تغذية طور معين ، فالسن المحاط حوله الوشيعة المحرضة يجذب له السن الأقرب للدوار حيث يكون التدفق المغناطيسي من خلال الطور المحرض أعظمي .

➤ تفحص القرص المرافق مرجع : « Réf 3-13 »

- جدول تحريض الوشائع :

التحكم بالخطوة الكاملة		التحكم بنصف الخطوة	
الطوار المحرضة		الطوار المحرضة	
اتجاه عقارب الساعة	عكس اتجاه عقارب الساعة	اتجاه عقارب الساعة	عكس اتجاه عقارب الساعة
AA'	AA'	AA'	AA'
BB'	DD'	AA' - BB'	AA' - DD'
CC'	CC'	BB'	DD'
DD'	BB'	BB' - CC'	DD' - CC'
		CC'	CC'
		CC' - DD'	CC' - BB'
		DD'	BB'
		DD' - AA'	BB' - AA'

نشاط :

1/ ما هو عدد أسنان الساكن و الدوار ؟

2/ ما هو الطور المحرض لما يكون الدوار في الوضعية الممثلة في الشكل 3-25 ؟

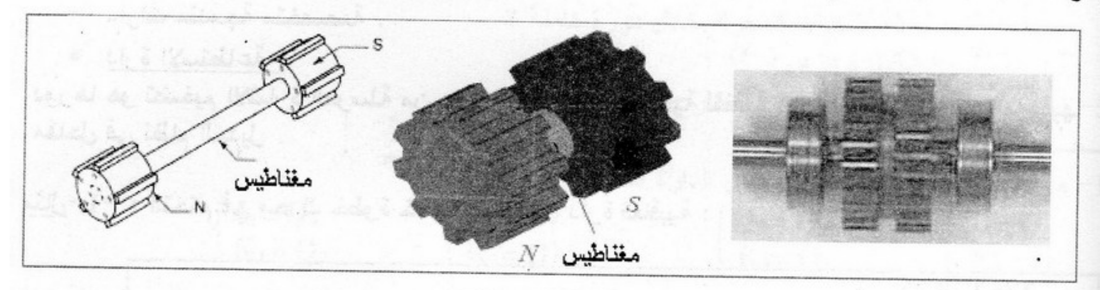
2/ نغذي الطور BB' : - ما هي الوضعية الجديدة للدوار؟ - في أي اتجاه يدور المحرك ؟ - بأي زاوية ؟

3/ استنتج عدد الخطوات في الدورة ؟

* خصائص المحرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة :
- عدد الخطوات في الدورة كبير
- عزم المحرك ضعيف
- لا يتعلق اتجاه الدوران باتجاه التيار و إنما بترتيب تغذية الوشائع فقط .

3-6) محرك هجيني :

يجمع هذا المحرك بين مبدئي المحركين السابقين .



* التكوين :

يتكون الدوار من قرصين مزاحين ميكانيكيا لهما أسنان و يوضع بينهما مغناطيس دائم .
يحتوي الساكن على أسنان تلف حولها وشائع

ملاحظة : عدد أسنان الدوار مختلف عن عدد أسنان الساكن .

* مبدأ التشغيل :

عند تغذية وشيعة، يضع الدوار الأسنان شمال N و الجنوب S بحيث يكون التدفق المار في الدوار أعظمي

4-6) مقارنة الأنواع الثلاثة للمحركات خطوة خطوة :

نوع المحرك	محرك ذو مغناطيس دائم	محرك ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة	محرك هجيني
عدد الخطوات في الدورة	متوسط (من 2 إلى 24 خطوة)	كبير(من 12 إلى 72 خطوة)	كبير جدا(من 24 إلى 400)
عزم المحرك	مرتفع	ضعيف	مرتفع
إتجاه الدوران	يتعلق بـــ : - إتجاه التيار بالنسبة للمحرك ثنائي القطب - ترتيب تغذية الوشائع	يتعلق بـــ : - ترتيب تغذية الوشائع فقط	يتعلق بـــ : - إتجاه التيار بالنسبة للمحرك ثنائي القطب - ترتيب تغذية الوشائع
الاستطاعة	بعض عشرات الواط	بعض الواط	تصل حتى 10 كيلوواط
الثمن	إقتصادي	مرتفع	مرتفع

7) التحكم في المحركات خطوة خطوة :

يستدعي تشغيل محرك خطوة خطوة بطريقة جيدة استعمال دارة التحكم التي تحتوي على الطوابق (الأجزاء) التالية :

الشكل 3-26

التغذية

دارة التحكم

دارة الاستطاعة

M

محرك خ خ

- دارة التحكم :

دورها هو توليد نبضات التحكم بحيث كل نبضة توافق خطوة(زاوية الدوران) على مستوى الدوار و تتعلق سرعة الدوران بتواتر النبضات .

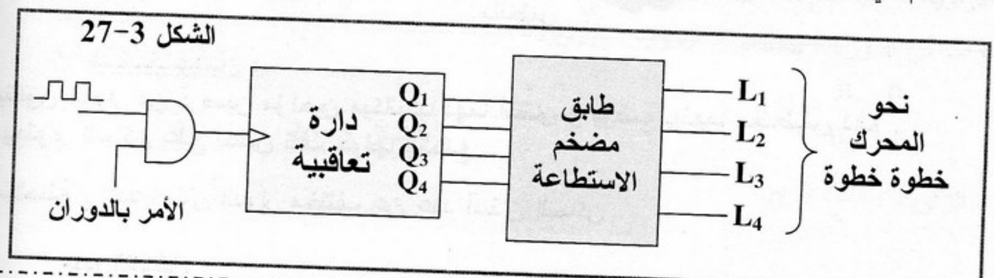
تنجز هذه الدارة في عـدة تكنولوجيات :

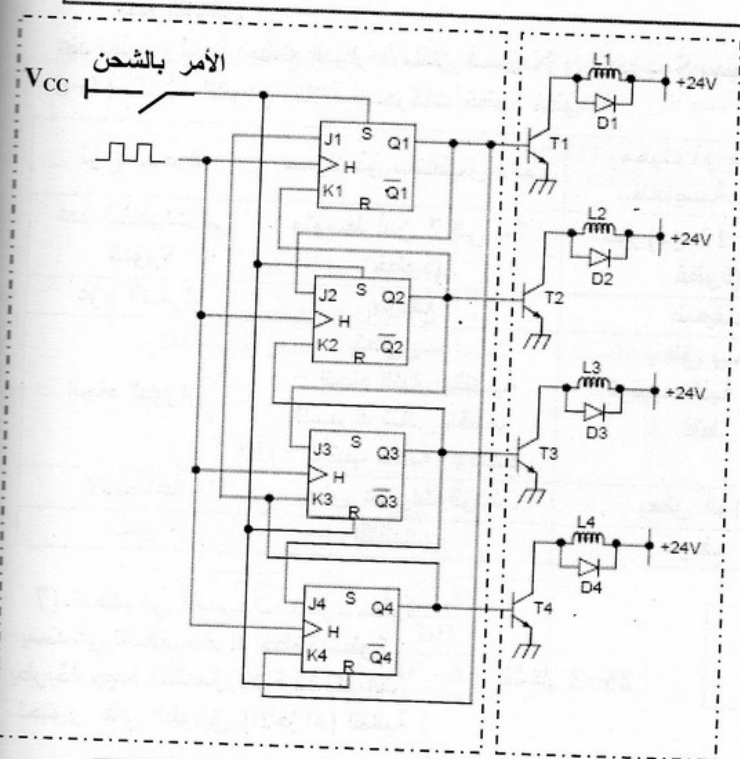
- دارة توافقية (بوابات منطقية) .
- دارة تعاقبية (سجلات ، عدادات ، ......) .
- دارات مندمجة متخصصة .

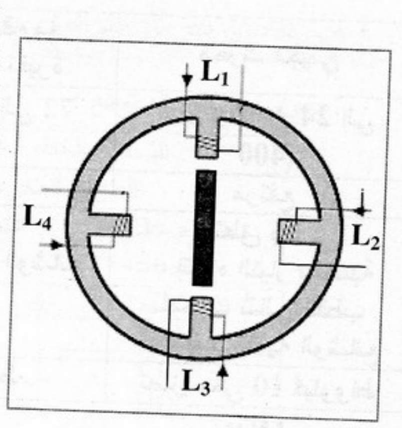
- دارة الاستطاعة :

دورها هو تضخيم الإشارة المرسلة من دارة التحكم لتصبح كافية لتغذية أطوار المحرك و تستعمل فيها مقاحل في نظام التبديل .

مثال-1- : التحكم في محرك خطوة خطوة باستعمال دارة تعاقبية :







المطلوب :

1- إستخرج معادلات المداخل للقلابات ؟

2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟

(مع العلم أنه يتم شحـــن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعلومة ثنائية كما هو موضح في الشكل

3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟

4- حدّد : -عدد الأطوار ؟ - عدد الأقطاب ؟ - نوع التغذية ؟ - نوع التبديل ؟

- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟

- الخطوة الزاوية α ؟

5- أرسم المخطط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية ؟

الحــــل :

1- معادلات المداخل للقلابات (تحليل الدارة التعاقبية) :

$\begin{cases} J_4 = Q_3 \\ K_4 = Q_1 \end{cases}$ $\begin{cases} J_3 = Q_2 \\ K_3 = Q_4 \end{cases}$ $\begin{cases} J_2 = Q_1 \\ K_2 = Q_3 \end{cases}$ $\begin{cases} J_1 = Q_4 \\ K_1 = Q_2 \end{cases}$

2- جدول تحريض الأطوار :

الخطوة	مخارج الدارة التعقبية				الأطوار المحرضة				حالات المقاحل			
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	L_1	L_2	L_3	L_4	T_1	T_2	T_3	T_4
1	1	1	0	0	1	1	0	0	مشبع	مشبع	محصور	محصور
2	0	1	1	0	0	1	1	0	محصور	مشبع	مشبع	محصور
3	0	0	1	1	0	0	1	1	محصور	محصور	مشبع	مشبع
4	1	0	0	1	1	0	0	1	مشبع	محصور	محصور	مشبع

3- نوع الدارة التعاقبية : نستنتج من الدارة أن الدارة عبارة عن سجل حلقي إزاحة يمين .

4- عدد الأطوار : $m=4$ ، عدد الأقطاب : 2 $(P=1)$

نوع التغذية : أحادي القطب (أحادي الاتجاه) ($K_1=1$) ، نوع التبديل : متناظر ($K_2=1$)

عدد الوضعيات : $N_p = m \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 pas/tour$

الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{N_p} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$

5- المخط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية :

الأمر بالشحن

نبضات التزامن

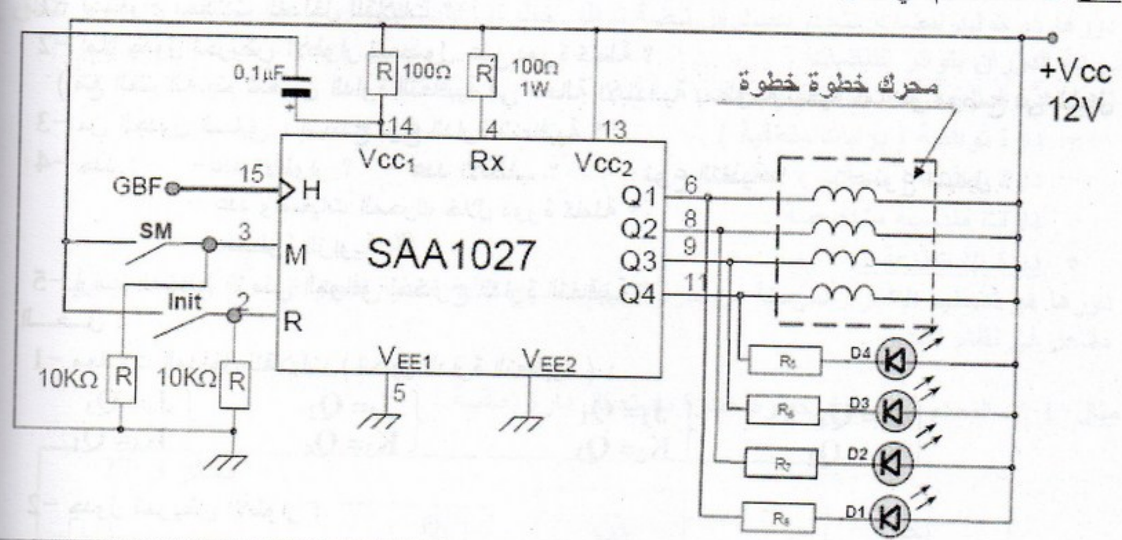
Q_1

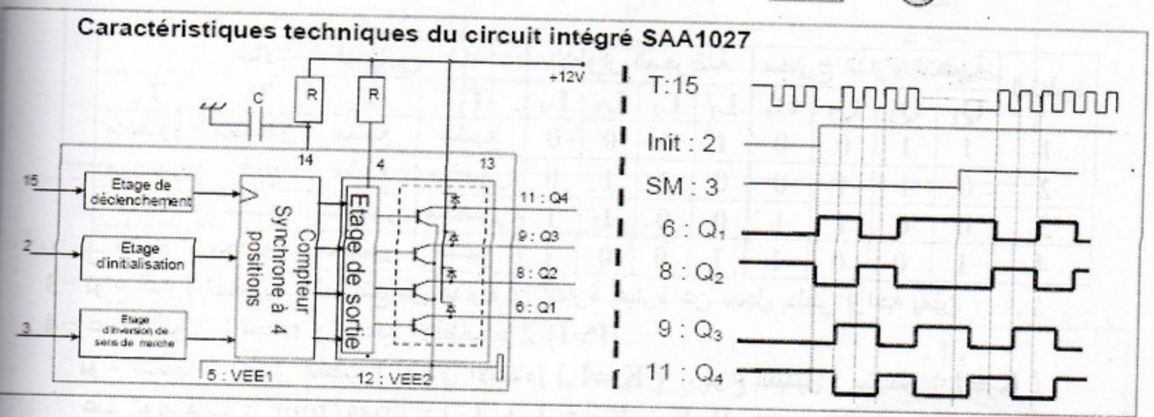
Q_2

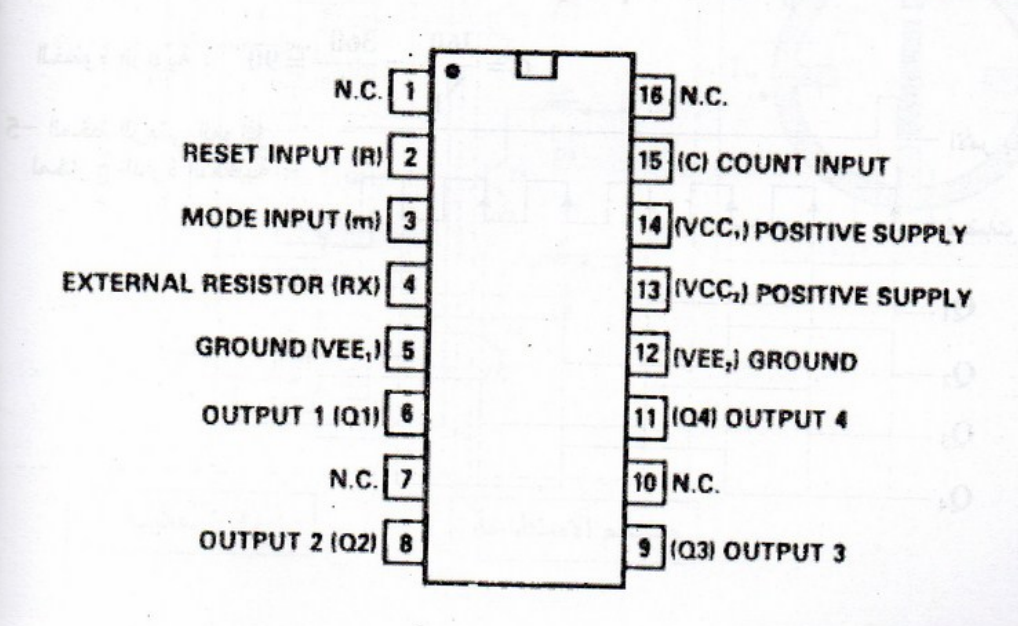
Q_3

Q_4

مثال-2- : التحكم في محرك خطوة خطوة باستعمال الدارة المندمجة SAA1027 :







8) الخصائص التقنية للمحركات خطوة خطوة :

يمثل الجدول التالي الخصائص التقنية التي تمثل المعايير الأساسية في اختيار محرك خطوة خطوة .

Moteur type	ID35014	ID35110
Puissance consommée par le moteur seul ... w	5,5	5,3
Couple dynamique maximale .... mNm	57	57
Couple de maintien ....mNm	85	95
Fréquence de démarrage maximale........pas/s	130	360
Nombre de phases	4	4
Résistance par bobine (à 20°c)........... Ω	47	7,7
Courant par bobine ....mA	240	575
Température maximale admissible ....°C	120	120
Angle de pas	7°30'	7°30'
Nombre de pas par tour	48	48
Sens de rotation	réversible	réversible
Moment d'inertie du rotor ....gcm²	45	45
Poids approximatif ....g	300	300

وضعية ادماجية :

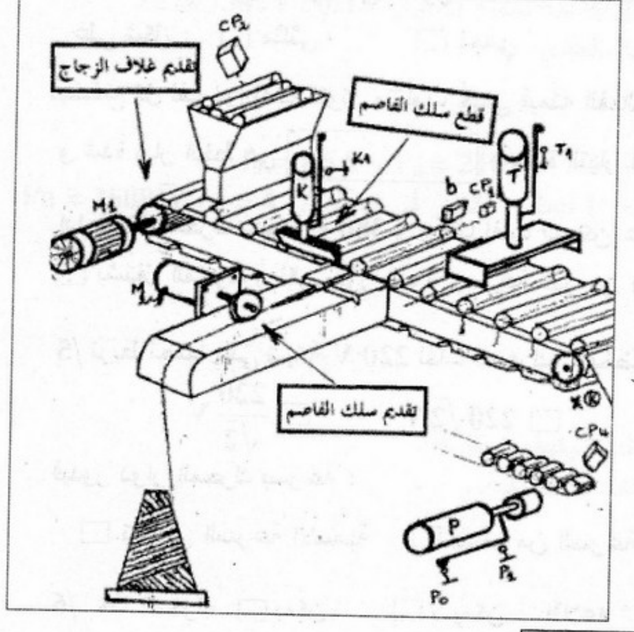
ليكن نظام آلي " لتركيب الفواصم المنصهرة " الممثل في الشكل المقابل :

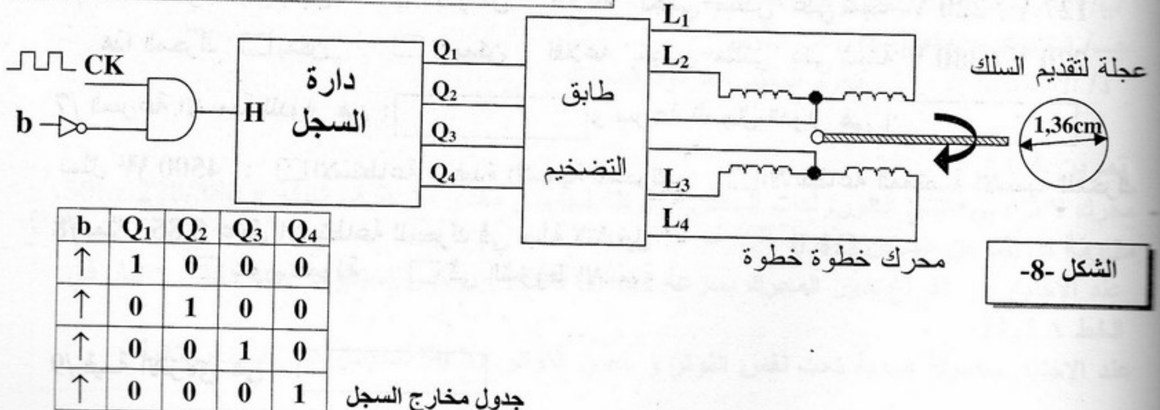
على النظام أن يقوم بتركيب الفواصم المنصهرة ذات معيار أقل من 3A بتوتر استعمال 220 V و تجميعها في علب ذات 6 فواصم .

يتضمن النظام عدة أشغولات من بينها أشغولة " تقديم سلك الفاصم " .

للتحكم في تقديم 2,13 cm من سلك الفاصم نستعمل محرك خطوة خطوة M_2 له الخصائص التالية :أحادي القطب ، زوج واحد لأقطاب الدوار يشتغل بـ 12V تيار مستمر متحكم فيه بسجل و يدير عجلة قطرها 1,36 cm .

ما هو عدد النبضات التي يتلقاها السجل لتقديم الطول 2,13 cm ؟





b	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
↑	1	0	0	0
↑	0	1	0	0
↑	0	0	1	0
↑	0	0	0	1

جدول مخارج السجل

الشكل -8-

اختبر معلوماتك

لتكن لوحة المواصفات لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور :

220 V/380 V	9,3 A/16,1 A
$\cos\varphi = 0,85$	4500 W
1445 tr/min	

1/ التوتر الأقصى المطبق على كل لف من لفات الساكن هو ☐

2/ يمكن تشغيل المحرك بـ :

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v فقط ☐ شبكة ثلاثية الطور 380 v فقط

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v و 380 v

3/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 220 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي ☐ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي ☐ ،

و شدة تيار الخط هي ☐ 9,3 A ☐ 16,1 A و شدة التيار المار في كل لف هي ☐

4/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 380 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي ☐ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي ☐ ،

و شدة تيار الخط هي ☐ و شدة التيار المار في كل لف هو ☐ .

إذا غذينا المحرك بشبكة 380 v و ربطنا لفات الساكن على شكل مثلثي :

☐ يشتغل المحرك و لكن يدور الدوار بسرعة أكبر من 1500 tr/min ☐ يمكن تدمير اللفات

5/ نربط نجميا على شبكة 220 V لفات المحرك . فيخضع كل لف لتوتر فعال :

☐ $\frac{220}{\sqrt{2}}$ V ☐ $220\sqrt{2}$ V ☐ 380 V ☐ $\frac{220}{\sqrt{3}}$ V

فيدور دوار المحرك بسرعة :

☐ تساوي السرعة الاسمية ☐ أصغر من السرعة الاسمية ☐ أكبر من السرعة الاسمية

6/ هذا المحرك ☐ يمكن ☐ لا يمكن اقلاعه " نجمي–مثلثي" على شبكة 127 V / 220 V .

هذا المحرك ☐ يمكن ☐ لا يمكن اقلاعه " نجمي–مثلثي" على شبكة 220 V / 380 V .

7/ السرعة الاسمية للدوار هي : ☐ و سرعة المجال الدوار هي ☐

تمثل 4500 W : ☐ الاستطاعة المفيدة الاسمية للمحرك ☐ الاستطاعة الممتصة الاسمية للمحرك

8/ يمثل 0,85 عامل الاستطاعة للمحرك في حالة التشغيل :

☐ بدون حمولة ☐ في الشروط الاسمية

9/ قيمة الانزلاق هي : ☐

تـــمــــاريـــن

تمرين 01 :_تحمل لوحة المواصفات لمحرك لا تزامني 3 ~ البيانات التالية :

PLAQUE SIGNALETIQUE			
300 W	230 V/400 V	50 Hz	1440 tr/min
cos φ = 0,66	Courant	1,75 A	△
		1,00 A	⅄

1/ إشرح هذه المعلومات ؟

أحسب :

2/ سرعة المجال الدوار بـــ tr/min ثم بـــ tr/s ؟

3/ عدد أزواج الأقطاب ؟

يغذى المحرك بشبكة 230 v / 400 v

4/ ما هو التوتر المطبق على لف واحد للساكن ؟

5/ أذكر نوع الإقران ؟ علل ؟

6/استنتج تيار الخط من أجل التشغيل الإسمي ؟

7/ أحسب المردود ؟

تمرين 02 :

محرك لاتزامني ثلاثي الطور ذو قفص سنجاب يغذى بشبكة ثلاثية الأطوار 220 /380V 50Hz .

كل لف من لفات الساكن يتحمل 380 V في التشغيل العادي .

المحرك يخضع لتجارب أعطت النتائج التالية :

المقاومة المقاسة بين طورين للساكن هي 1.5 Ω .

- تجربة في الفراغ تحت توتر عادي للتشغيل أعطت : $P_0 = 210W$ ، $I_0 = 1.5A$

- تجربة بالحمولة تحت توتر عادي U =380V أعطت : التيار في الخط I = 4.7A ، Pa = 2500W

سرعة الدوران 1410 tr/min .

1- أحسب سرعة التزامن وعدد الأقطاب .

2-كيف ينبغي أن يقرن المحرك ؟

3- في حالة تشغيل المحرك في الفراغ ، أحسب :

أ / عامل الإستطاعة .

نفرض أن الضياعات المغناطيسية والضياعات الميكانيكية متساوية .

ب/ الضياعات المغناطيسية في الساكن والضياعات الميكانيكية .

4- المحرك يشتغل بالحمولة ، أحسب :

أ/ الإنزلاق

ب/ الضياعات بمفعول جول في الساكن .

جـــ/ الضياعات بمفعول جول في الدوار.

د/ الإستطاعة المفيدة ، العزم المفيد ، مردود المحرك .

تمرين 03 :

محرك لا تزامني ثلاثي الطور، لفات الساكن مربوطة نجميا و مغذى من طرف شبكة 220/380 v،50hz.

مقاومة كل لف من الساكن 0,4Ω .

عند الإختبار في الفراغ يدور المحرك بسرعة 1500 tr/mn و يمتص إستطاعة 1150 w ، و تيار في الخط 11,2 A

عند الإختبار بحمولة إسمية تحت نفس التوتر و بنفس التواتر 50 hz نتحصل على النتائج التالية :

ــ الإنزلا ق : 4%
ــ الإستطاعة الممتصة : 18,1 KW
ــ شدة التيار في الخط : 32 A

1/ أ) أحسب الضياعات بفعل جول في الساكن عند الإختبار على فراغ .
ب) ماذا يمكن أ ن نقول عن الضياعات بفعــل جول في الدوار عند هذا الإختبار ؟
جـ) إستنتج الضياعات في الحديد علما أنّ الضياعات الميكانيكية تقدر بــ 510 W

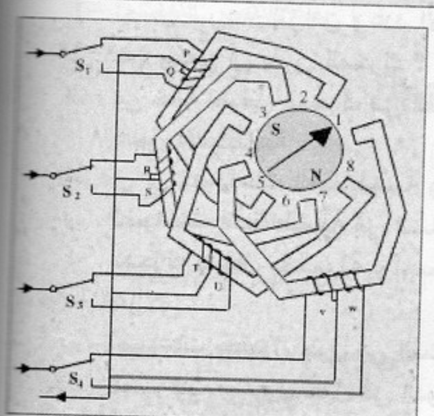
2/ أ) أحسب عامل الاستطاعة الإسمي و سرعة الدوران الاسمية .
ب)أحسب تواتر التيارات في الدوار من أجل إنزلاق قدره 4 % ماذا يمكن أن نقول عن الضياعات في حديد الدوار
3/ أحسب الضياعات بفعل جول في السّاكن و في الدوار بحمولة إسمية .
4/ أحسب الإستطاعة المفيدة و مردود المحرك بحمولة إسمية .
5/ أحسب عزم المزدوجة المفيد الإسمي .

تمرين 04 :

ليكن محرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم الممثل في الشكل المقابل .
S_1 , S_2 , S_3 , S_4 : عبارة عن مبدلات .
1) ما هو نمط تغذية المحرك ؟
2) ما هو عدد الأطوار ؟
3) أحسب عدد الخطوات في الدورة ؟
4) أحسب بالدرجة الخطوة الزاوية ؟

تمرين 05 :

ليكن محرك خطوة خطوة ذو مغناطيس دائم الممثل في الشكل المقابل .



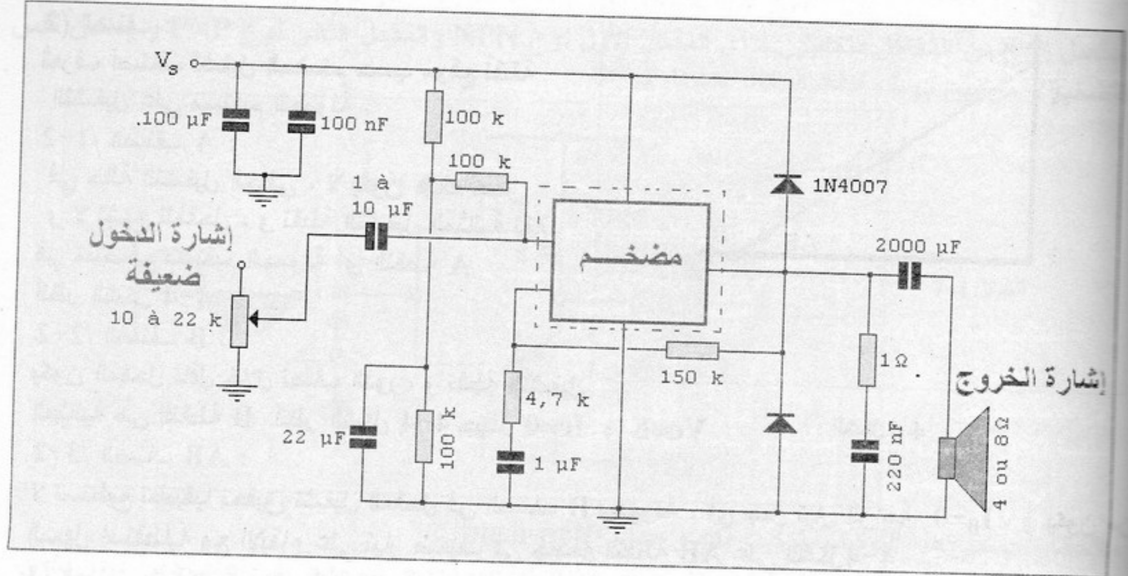
1) ما هو عدد الأطوار ؟
2) ما هو عدد الأقطاب ؟
3) عيّن عدد الوضعيات في الدورة باعتبار أن تغذية الأطوار تكون منفصلة ؟
4) استنتج الخطوة الزاوية ؟

تمرين 06 :

ليكن المحرك خطوة خطوة الممثل في الشكل التالي :
1) أكمل جدول تحريض الأطوار التالي ؟
2) استنتج : عدد الأطوار ؟ عدد الأقطاب ؟ نوع التبديل ؟ نوع التغذية ؟ الخطوة الزاوية ؟

وضعية الدوار	المقحل المشبع	وضعية الدوار	المقحل المشبع
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

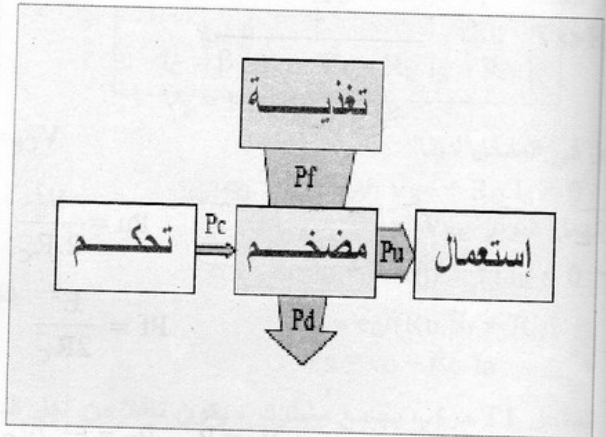
7 وظيفة تضخيم الاستطاعة



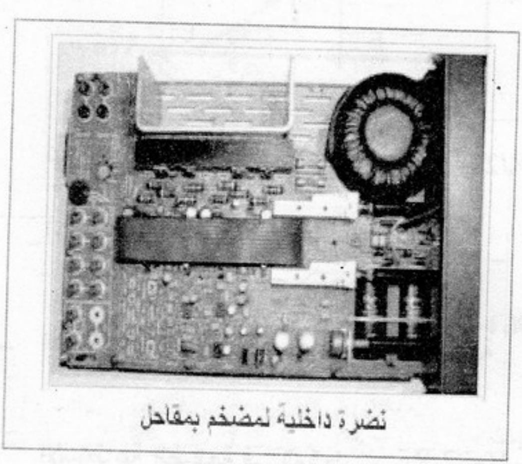
الشكل 4-1

عندما تكون استطاعة إشارة الدخول (إشارة التحكم) ضعيفة بشكل يجعلها غير قادرة على التحكم (التأثير على العنصر أو الجهاز المتحكم فيه) في هذه الحالة يستوجب الأمر المعالجة ، و ذلك برفع إستطاعة الإشارة إلى مستوي يجعلها قادرة على التحكم (التأثير) ، و لا يتحقق ذلك إلا بإستعمال تركيب يقوم بهذه العملية يسمى بمضخم الاستطاعة ، يظهر في الشكل4-1 باللون الأحمر.

تنتهي عامة طوابق مضخمات الاستطاعة بحمولة مثل (رافع الصوت, محرك, منفذ متصدر ...إلخ) وذلك قصد تزويدها بالإستطاعة الضرورية و اللازمة لقيادتها .



الشكل 4-2



نضرة داخلية لمضخم بمقاحل

الشكل 4-3

1) مردود المضخم :

تقدم تغذية التركيب استطاعة كلية تقدر بـ P_f التي تتوزع ما بين الاستطاعة المقدمة للحمولة P_U و الاستطاعة الضائعة P_d ، أما الاستطاعة التي تقدمها دارة التحكم و المتمثلة في الاستطاعة P_C فهي على العموم مهملة أمام الإستطاعة المقدمة (الممتصة) .

يعرف المردود بـ : $\eta=P_U/P_f$

2) الصنف :

تُعرف أصناف تشغيل المضخم حسب موقع نقطة التشغيل على مستقيم الحمولة .

2-1/ الصنف A :

في حالة التشغيل الخطي ، لا يكون هناك حسر و لا تشبع للمقحل ، و نقطة التشغيل المثالية تقع في منتصف مستقيم الحمولة أي النقطة A

أنظر الشكل 4-4

2-2/ الصنف B :

يكون المقحل ناقل خلال نصف الدور، و نقطة التشغيل المثالية هي النقطة B أنظر الشكل 4-4 حيث Ic=0 و Vc=E

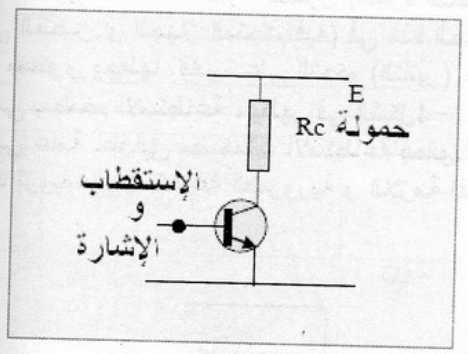
الشكل 4-4

2-3/ الصنف AB :

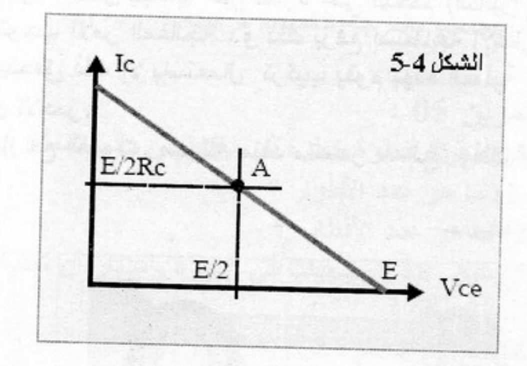
لا نستطيع تطبيقيا تحقيق تشغيل المقحل في الصنف B بسهولة ، أي جعل تيار الراحة $I_B=0$ ، و يكون من السهل استقطابه مع الإبقاء على تيار ضعيف في جامعه النقطة AB على الشكل4-4

3) الصنف A في حالة حمولةٍ مقاومة صرفة :

تركيب المقحل باعث مشترك ، نقطة التشغيل المثالية تقع في منتصف مستقيم الحمولة .



الشكل 4-6



الشكل 4-5

تيار الراحة $I_C=E/2R_C$ و توتر الراحة $V_{CE}=E/2$

الاستطاعة المفيدة المقدمة للحمولة

$$Pu=\frac{V_S^2}{2.R_C}$$

الاستطاعة المفيدة المقدمة من طرف التغذية

$$Pf=\frac{E^2}{2R_C}$$

الاستطاعة الضائعة في المقحل

$$P_d=P_f-P_U=E^2/2R_C-V_S^2/2.R_C$$

المردود و هو النسبة بين الاستطاعة المفيدة على الاستطاعة الممتصة أو المقدمة من طرف التغذية

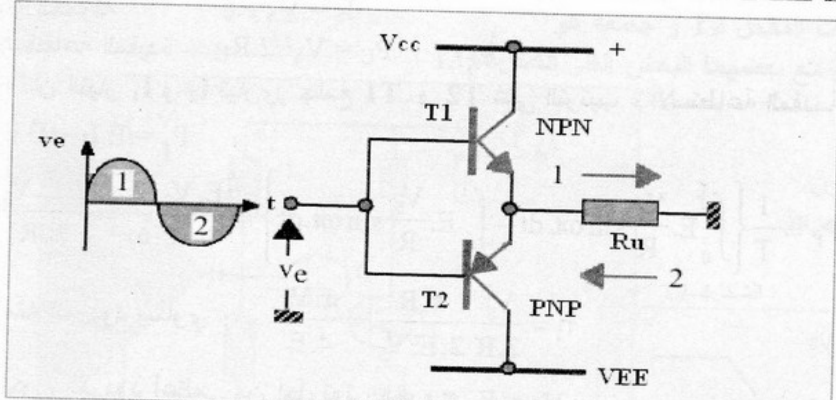
أي $\eta=V_S^2/E^2$

و من جهة أخرى السعة العظمي لتوتر الخروج Vs=E/2 ، و لتجنب تشوه إشارة الخروج يجب أن تبقى تحت صقف القيمة العظمى و منه $\eta \leq 25\%$

4) الصنف B :

4-1/ المبدأ :

يستعمل زوج من المقاحل متكاملين ، أي المقحل الأول نوع NPN والمقحل الثاني نوع PNP و يملكان نفس التضخيم و مركبين بجامع مشترك أنظر الشكل 4-7



الشكل 4-7

ملاحظة : يسمى هذا التركيب بتركيب دفع و جذب (push-pull)

للحصول على تيار راحة معدوم (النقطة B) أنظر الشكل4-4 ، يّحصر كل مقحل في نصف دور ، أي يكون المقحل T1 ناقل في النوبة الموجبة لتوتر الدخول ، و المقحل T2 في النوبة السالبة هذا يستدعي استعمال مقحلين متكاملين مع تغذيتين متناظرتين بالنسبة للهيكل ، و منه يّقدم التيار الجاري في الحمولة بالتنـــــــاوب بين المقحلين T1 و T2 .

4-2/ خاصية التحويل :

لتكن $\beta 1$ و $\beta 2$ تضخيم التيار للمقحل T1 وT2 على الترتيب

الشكل 4-8

المقحل T1 ناقل من أجل E_G موجب و محصور إذا كان سالبا و مشبع من أجل Vs>E لدينا

$$I_C = \beta_1.I_B \text{ و } V_S = R_U.I_S \approx R_U.I_C$$
$$V_S = R_U.(\beta_1 + 1).I_B$$

و في المدخل لدينا

$$- e_G + R_G.I_B + V_{BE} + R_U.I_S = 0$$

نهمل التوتر V_{BE} نجد

$$- e_G + R_G.I_B + R_U.(\beta + 1).I_B = 0$$

الشكل 4-9

$$I_B \approx e_G/(Ru.\beta_1 + R_G)$$
$$V_S = e_G - R_G.I_B$$

المقحل T1 مركب بجامع مشترك ، يكون ناقلا من أجل النوبات الموجبة و منه .

$$V_S \approx \frac{\beta_1 R_U}{\beta_1 R_U + R_G} e_G$$

T2 ناقل من أجل النوبات السالبة ، بنفس الكيفية نجد .

$$V_S \approx \frac{\beta_2 R_U}{\beta_2 R_U + R_G} e_G$$

إذا كان المقحلان لهما نفس التضخيم β يكون لخاصية التحويل نفس الميل ، و بالتالي تضخيم النوبتين السالبة و الموجبة يكون متناظر، إذا تحقق هذا الشرط تضخم إشارة الدخول بدون تشوه .

4-3/ مردود الصنف B :

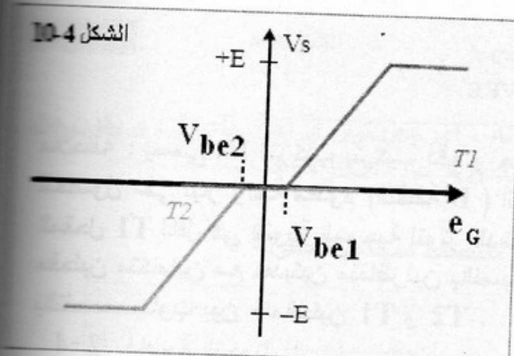
تيار الحمولة $I_S = V_S/R_U$

الاستطاعة المفيدة $P_U = V_S^2/2.R_U$

إذا كان التيار I_1 و I_2 تياري جامع T1 و T2 على الترتيب ، الاستطاعة المقدمة من طرف التغذية هي

$$P_f = E.I_1 - E.I_2$$

$$P_F = \frac{1}{T}\left\{\int_0^{\frac{T}{2}} E.\frac{V_S}{R}\sin\omega t.dt - \int_{\frac{T}{2}}^{T} E.\frac{V_S}{R}\sin\omega t.dt\right\} = \frac{E.V_S}{R.T}\frac{2}{\omega} = \frac{2.E.V_S}{\pi.R}$$



و منه المردود يساوي

$$\eta = \frac{V_S^2}{2.R}\frac{\pi.R}{2.E.V_S} = \frac{\pi.V_S}{4.E}$$

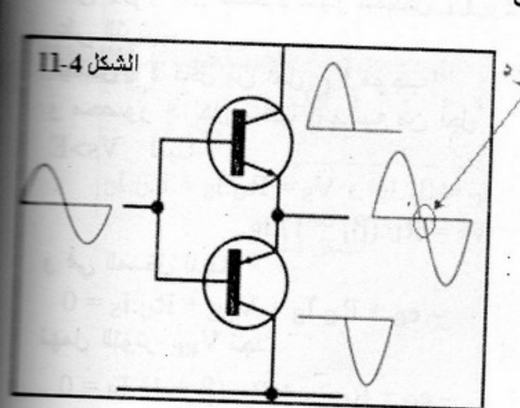
و يكون المردود أعظمي من أجل توتر الخروج $V_S = E$

أعظم قيمة يصل إليها المردود في الصنف B هي

$$\eta = \pi/4 \approx 78,5\ \%$$

4-4/ تشوه التقاطع :

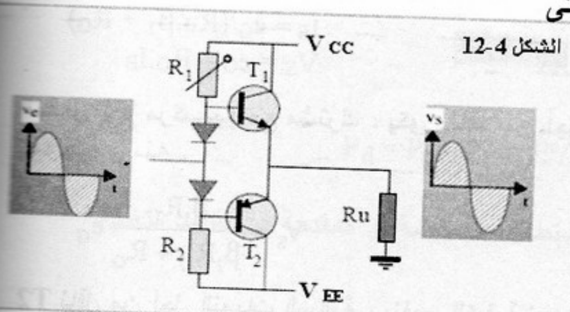
لا تكون الوصلة قاعدة باعث ناقلة إلا إذا كان توتر الدخول أكبر من توتر العتبة V_{be} ، الميزة $V_s=f(e_G)$ الممثلة في الشكل4-10 تبين أن Vs يكون معدوما من أجل قيم توتر الدخول المحصورة بين توتري العتبة V_{be1} و V_{be2} .



نتيجة لذلك يظهر في إشارة الخروج تشوه ملحوظ خاصة بجوار نقطة الراحة أثناء التبديل بين عمل المقحلين ، إذا كان توتر عتبة المقحل 0.7V يكون التشوه هام جدا الشيء الذي يعيق التشغيل في الصنف B

الحل :

للتخلص من هذا النوع من التشوهات نقترح أحد الحلول و هو التركيب الموضح بالشكل4-12 الذي نستعمل فيه ثنائيتين توترعتبتيهما V_0 يساوي توتر عتبة المقحلين .

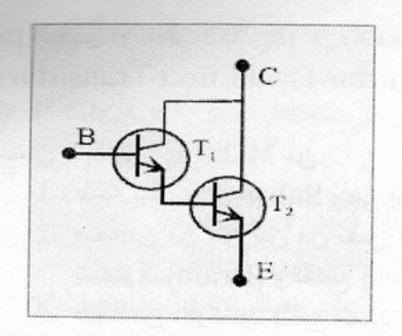


المقاومتان R_1 و R_2 لهما قيمتان صغيرتان نسبيا حتى يتم استقطاب الثنائيات بتيار كافي ، الأمر الذي يجعل نقطة تشغيلهما في المنطقة الخطية و هذا من أجل كل قيمة من قيم توتر الدخول الواقعة بين E− و E+ ،عمليا تستعمل الثنائيات التي يكون توتر عتبتها أكبر من توتر عتبة المقحلين ، تكون هذه الأخيرة موصولة(ناقلة) دوما و تقدم تيار راحة I_0 ضعيف .

5) تركيب دارلينقتون (Montage Darlington) :

5-1/ التركيب :

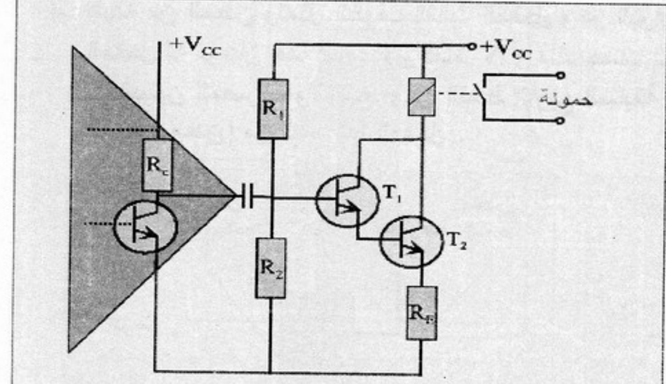
يحتوي تركيب دارلينقتون على مقحلين مركبين كمايلي : يربط باعث المقحل T1 بقاعدة المقحل T2 و جامع المقحل T1 بجامع المقحل T2 و هو بذلك يمثل مقحل قاعدته قاعدة المقحل T1 و باعثه باعث المقحل T2 و جامعه هو جامع المقحلين مربوطين مع بعضهما البعض أنظر الشكل4-13



الشكل4-13

مثال

إستعمال تركيب دارلينقتون في تضخيم إشارة تحكم مرحل



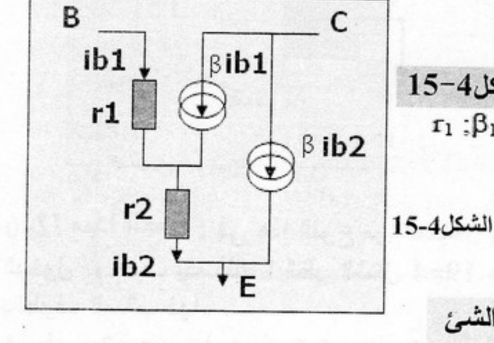
الشكل4-14

5-2/ التركيب المكافئ :

نشاط

إذا علمت التركيب المكافئ لتركيب دارلينقتون الموضح بالشكل4-15 و أن للمقحلين الوسائط الهجينية التالية $r_1 ; \beta_1$ و $r_2 ; \beta_2$

1- أوجد الوسائط الهجينية للمقحل المكافئ ؟



الشكل4-15

جواب مختصر

تضخيم التيار $\beta_D = \beta_1 . \beta_2 + \beta_1 + \beta_2$

مقاومة الدخول $r_D = r_1 + \beta . r_2$

ملاحظة : $r_1 = h_{11}$ و $\beta_1 = h_{21}$ بالنسبة للمقحل T1 و نفس الشئ بالنسبة للمقحل T2 .

الشكل4-16

نتيجة

تركيب دارلينقتون هو مضخم بجامع مشترك يملك تضخيم كبير في التيار و مقاومة دخول معتبرة لذلك فهو يستعمل في تضخيم الإستطاعة

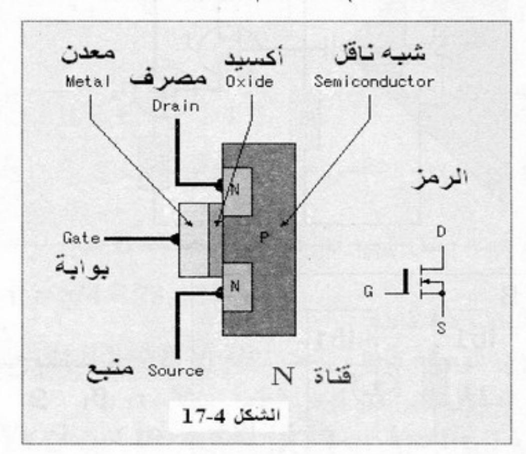
6) المقحل ذو الأثر الحقلي ذو بوابة معزولة :

MOSFET (Metal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor)

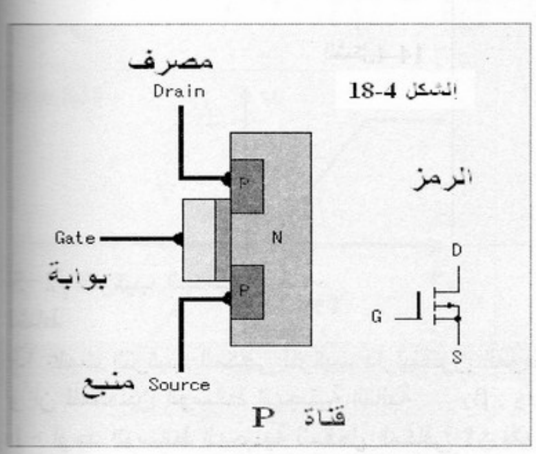
6-1/ التكوين :

تتكون المقاحلMOSFET من

1. طبقة سفلية Substrat وهى إما من النوع N الشكل4-17 أو من النوع P الشكل4-18
2. منطقتين من بلورتين من نفس النوع بعكس النوع الطبقة السفلية ويمثلان طرفين من أطراف المقحل وهما المصرف(Drain) والمنبع (Source) .
3. طبقة من الأوكسيد (ثانى أكسيد السليكون SIO2) وهى مادة غير موصلة للتيار الكهربائي (عازلة).
4. طبقة من المعدن وتمثل الطرف الثالث للمقحل وهو البوابة (Gâte) ونجد أيضا من الشكل أن هذا المقحل له نوعان هما قناة P و قناة N و ذلك حسب إختيار نوع الطبقة السفلية والبلورتين الجانبيتين المصرف والمنبع. ومن النقاط الأربع السابقة نكون قد عرفنا الجزء MOS (شبه ناقل- أكسيد- معدن) من أسم هذا المقحل .



الشكل 4-17

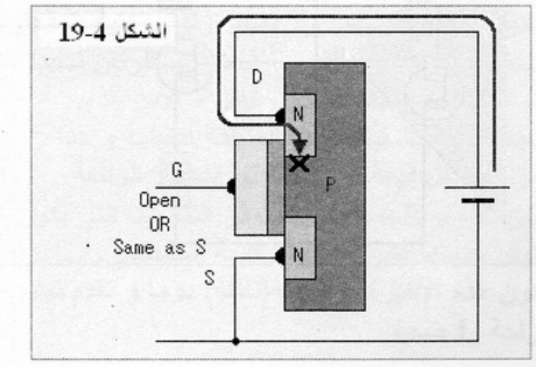


الشكل 4-18

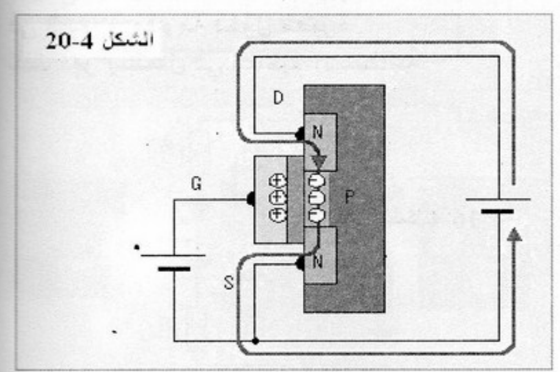
6-2/ مبدأ العمل : فى هذا النوع من المقاحل يتم التحكم في تيار الخروج عن طريق توتر(المجال الكهربائي) الدخول .. فكيف يتم ذلك ؟ أنظر الشكل 4-19 حيث يتم توصيل المصرف بالطرف الموجب للبطارية والمنبع بالطرف السالب لها.

1- فى حالة عدم تطبيق أي توتر على البوابة فإنه لا يمر أي تيار بين المنبع والمصرف أنظر الشكل4-19

2- أما في حالة تطبيق توتر موجب على البوابة الشكل 4-20 نلاحظ أن (المقحل نوع قناة N) الإلكترونات الحرة الموجودة فى بلورتي المنبع والمصرف تنجذب للمجال الكهربائي الموجب الناشئ عند البوابة مكونة قناة لمرور التيار بين المنبع والمصرف ، ويتغير حجم هذه القناة تبعا لقوة المجال الكهربائي وبالتالى تتغير قيمة شدة التيار المارة بين المنبع والمصرف.



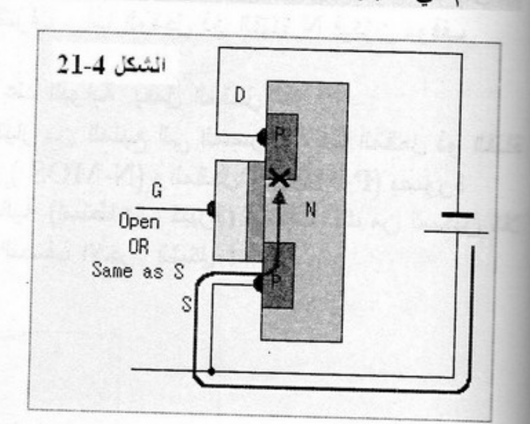
الشكل 4-19

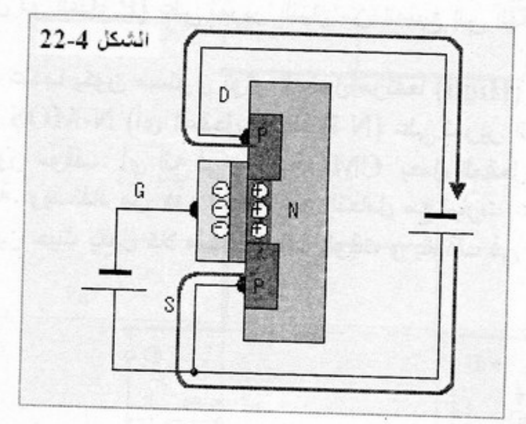


الشكل 4-20

3- في حالة تطبيق توتر سالب على بوابة المقحل نوع القناة P الشكل 4-22 نلاحظ أن الفجوات الموجودة فى بلورتي المنبع والمصرف تنجذب للمجال الكهربائي السالب الناشئ عند البوابة مكونة قناة لمرور التيار بين المنبع والمصرف. ويتغير حجم هذه القناة تبعا لقوة المجال الكهربائي وبالتالى تتغير قيمة شدة التيار المارة تبعا لذلك .

ملاحظة : وجود مادة الأوكسيد (العازلة) بين البوابة وبقية المقحل فإن التيار لا يمر بينهما ، وفقط يتم التحكم في التيار المار بين المنبع والمصرف عن طريق التوتر (المجال الكهربائي) المطبق على البوابة.





6-3/ الخاصية :

تعطى خاصية المقحل بالعلاقة التالية

$I_D=I_{Dss}\ (1-V_{GS}/V_T)^2$

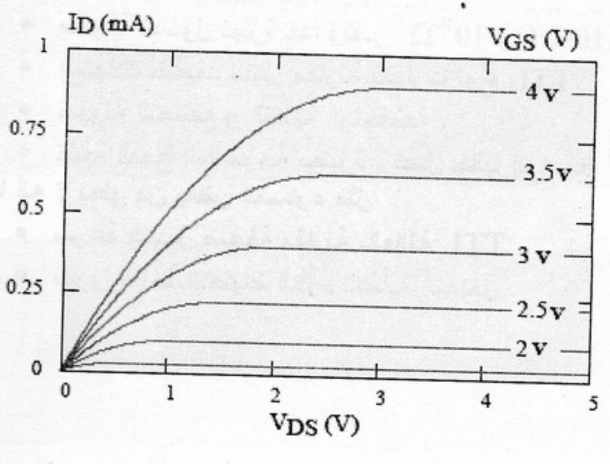
حيث يمثل I_{DSS} تيار المصرف الأعظمي و

V_T أو V_P توتر القبض

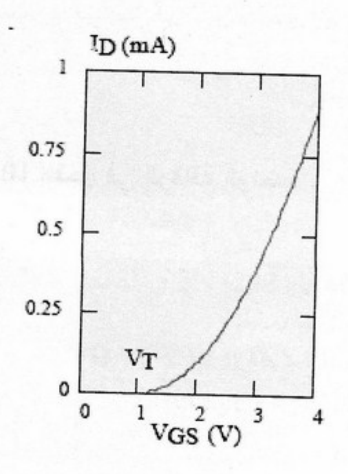
(Tension de pincement)

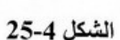
ملاحظة :

المقحل نوع قناة N



الشكل 4-23





الشكل 4-24

الشكل 4-25

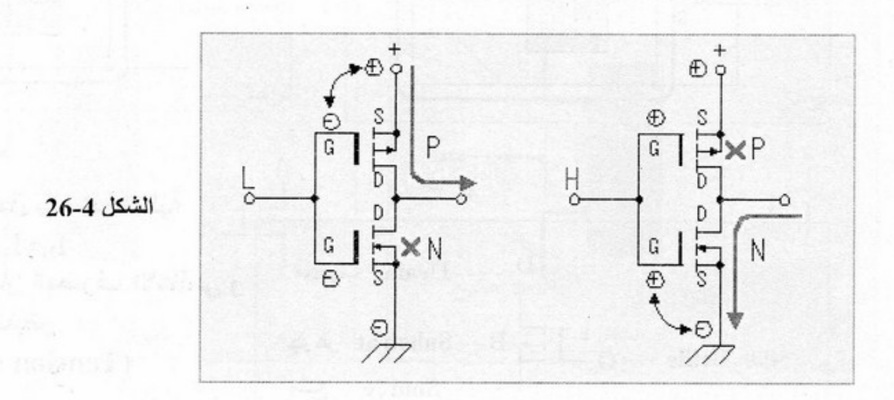
6-4/MOSFET المتمم (CMOS) : مصطلح CMOS هو أختصار للجملة

Complementary Métal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor

وهو عبارة عن دارة تجمع بين مقحلين من نوعين مختلفين قناة P و قناة N ويكون عمله كالآتي :

1- عندما يكون مستوى توتر الدخول منخفض(LOW) عند البوابة يعمل المقحل P-MOS FET (أى المقحل ذو القناة P) على تمرير التيار من المنبع إلى المصرف ، أما المقحل ذو القناة N فيكون موقف

2- و عندما يكون مستوى توتر الدخول مرتفعا (High) عند البوابة يعمل المقحل N-MOS FET (أى المقحل ذو القناة N) على تمرير التيار من المنبع إلى المصرف ، أما المقحل ذو القناة P فيكون موقف. أي أنه فى دارة CMOS يعمل المقحل (N-MOS) والمقحل (P-MOS) بصورة متناوبة. ويستفاد من هذه الحالة عند التعامل مع تيارت عالية (إستطاعات كبيرة) فيخفف ذلك من تسخين كلا المقحلين حيث يعمل كلا منهما نصف الوقت و يتوقف في النصف الآخر. الشكل 4-26



الشكل 4-26

6-5/ إستعماله :

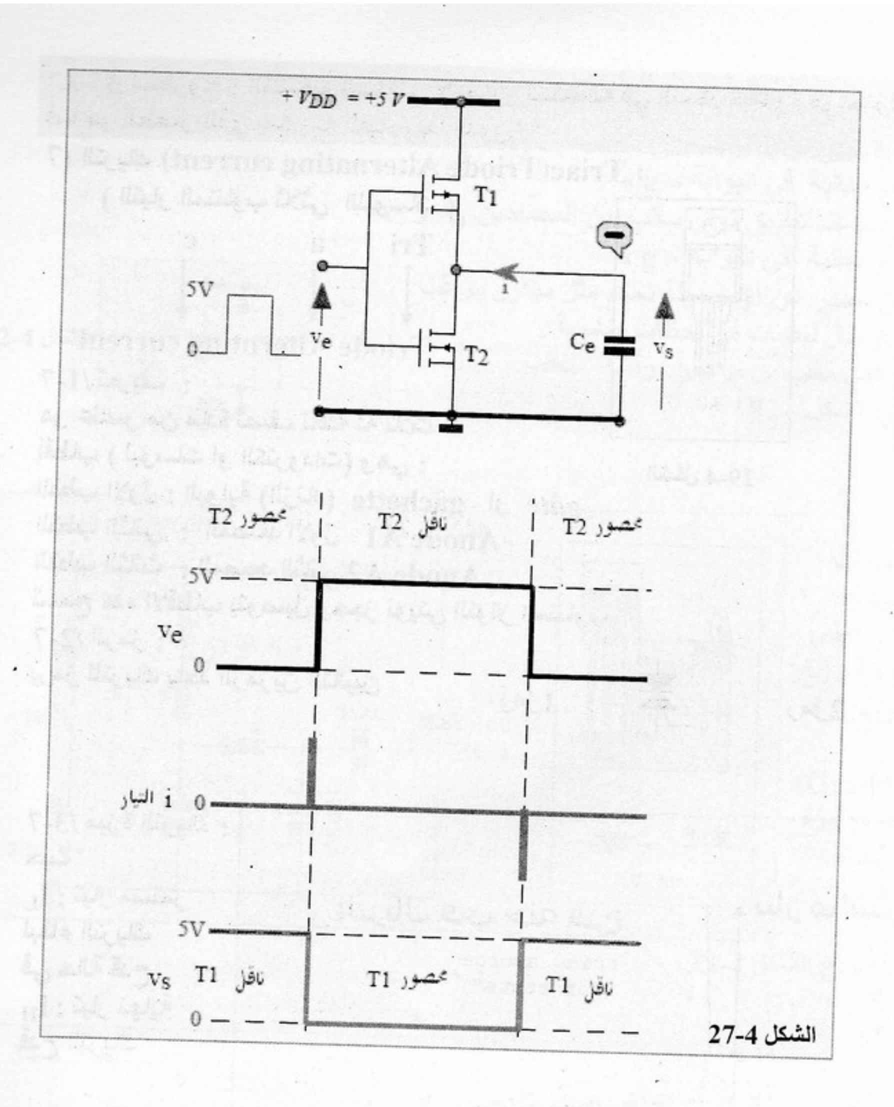
تدخل المقاحل من نوع MOSFET فى معظم الدارات الحديثة وخصوصا فى بناء الدارات المدمجة والدارات الرقمية و ذلك لما تتميز به من

- مقاومة الدخول كبيرة جدا وتقدر $10^{10}\Omega$ أو $10G\ \Omega$.
- إستهلاك ضعيف للتيار مقارنة بالدارت نوع TTL.
- سهولة التصنيع و التكلفة المنخفضة .
- كثافة الدمج المسموحة معتبرة ، تصل حاليا إلى دمج 10^7 مقحل في الرقاقة الواحدة .

كما أنه لا يخلو من بعض المساوء مثل

- سرعة التبديل ضعيفة مقارنة بالعائلة TTL .
- ضرورة أخذ الإحتياط اللازم لحماية المداخل .

مثال
يمثل التركيب الموضح بالشكل4-27 باب منطقي (دالة منطقية أساسية) لا (NON)



الشكل 4-27

نشاط

ماهو الفرق بين المقاحل ثنائية القطبية و المقاحل ذات الأثر الحقلي TEC من ناحية :
- التحكم
- ممانعة الدخول
- الإستهلاك في الطاقة
- الإستعمال

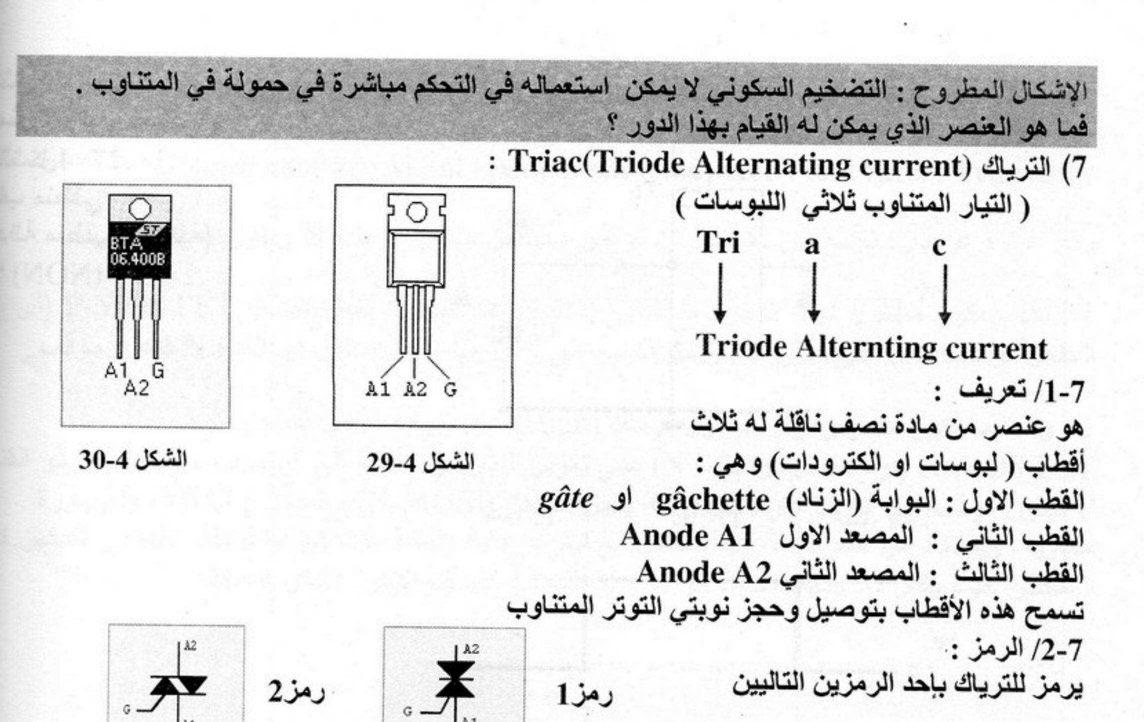
بحث

قارن بين المقحل 2N2222 و المقحل 2N3796 من ناحية الخصائص الكهربائية
أستعن في بحثك بمايلي :
- كتاب الصانع (DATA BOOK)
- الشبكة العنكبوتية Internet

الإشكال المطروح : التضخيم السكوني لا يمكن استعماله في التحكم مباشرة في حمولة في المتناوب .
فما هو العنصر الذي يمكن له القيام بهذا الدور ؟

7) الترياك (Triac(Triode Alternating current :

(التيار المتناوب ثلاثي اللبوسات)



الشكل 4-30
الشكل 4-29

7-1/ تعريف :

هو عنصر من مادة نصف ناقلة له ثلاث أقطاب (لبوسات او الكترودات) وهي :

القطب الاول : البوابة (الزناد) **gâchette** او ***gâte***

القطب الثاني : المصعد الاول **Anode A1**

القطب الثالث : المصعد الثاني **Anode A2**

تسمح هذه الأقطاب بتوصيل وحجز نوبتي التوتر المتناوب

7-2/ الرمز :

يرمز للترياك بإحد الرمزين التاليين

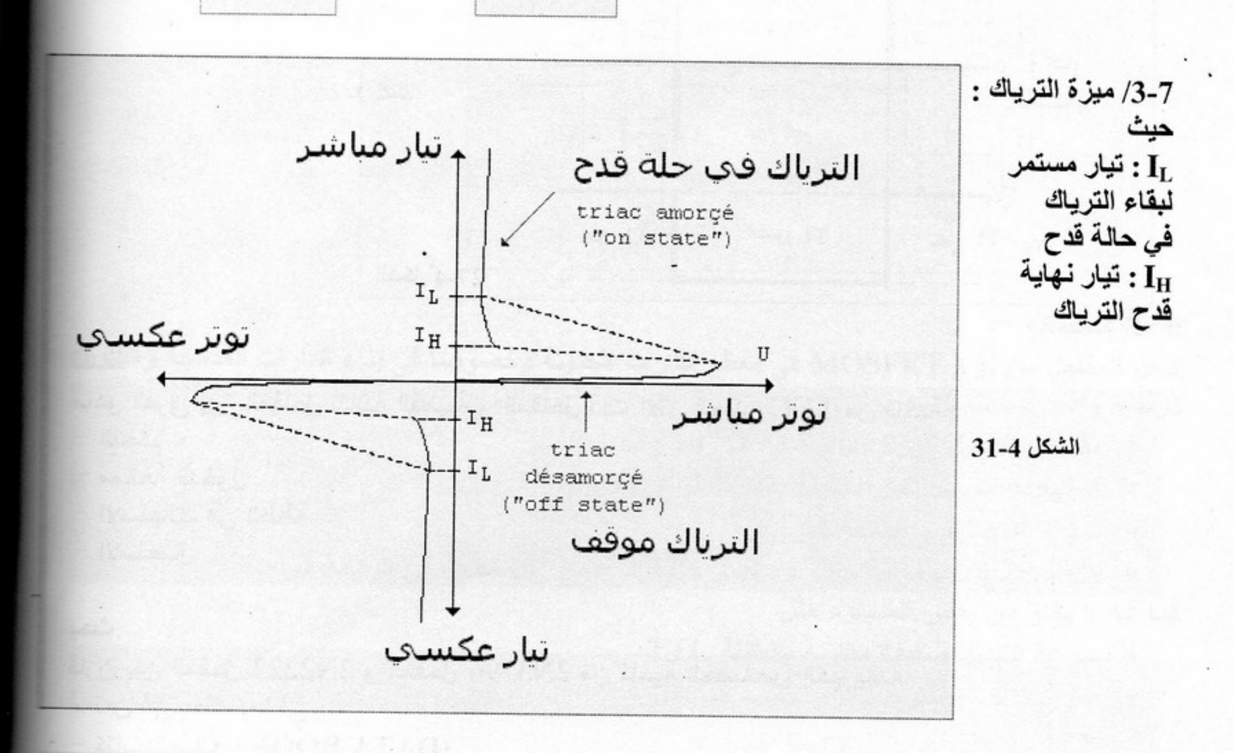
رمز1 رمز2

7-3/ ميزة الترياك :

حيث

I_L : تيار مستمر لبقاء الترياك في حالة قدح

I_H : تيار نهاية قدح الترياك



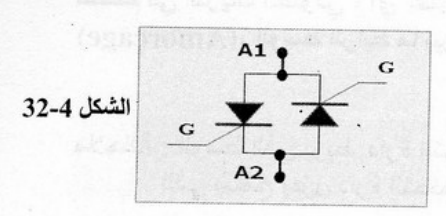
الشكل 4-31

ملاحظة : من خلال الميزة نلاحظ أن الترياك يمكن ان يُوصل (ينقل التيار) في الاستقطاب المباشر والاستقطاب العكسي .

7- 4/ مبدأ العمل :

- يقدح الترياك عند تطبيق توتر موجب بين المصعدين A_1 و A_2 مع إعطاء نبضة موجبة أو سالبة في البوابة « g »
- ويقدح الترياك أيضا عند تطبيق توتر سالب بين المصعدين A_1 و A_2 مع إعطاء نبضة موجبة أو سالبة في البوابة « g »
- يُمكن للنبضات أن تصدر عن أي وسيلة تحكم مثل ميكرو مراقب آلي مبرمج ..إلخ وذلك بإرسال نبضات في لحظات مناسبة .

ملاحظة : الترياك يعمل عمل مقداحين مركبين رأسا – لعقب و ذلك حسب ما يظهر في الشكل4-32



الشكل 4-32

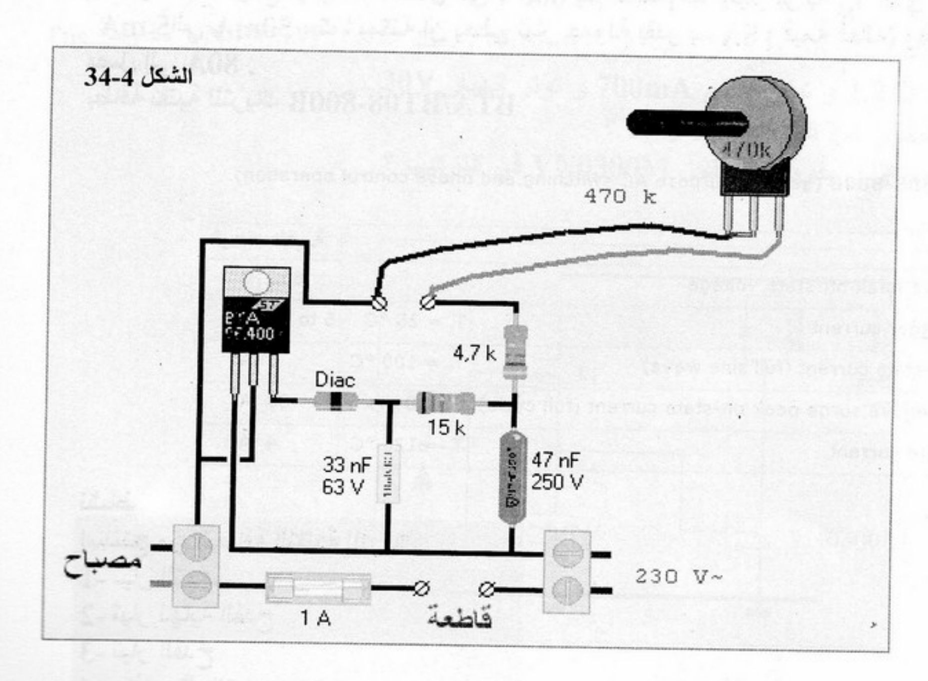
7- 5/ الاستعمال :

يستعمل الترياك لتغذية حلقات التسخين ، الاجهزة الضوئية ، المحركات الصغيرة التي تغذى بتوترات متناوبة مضبوطة ..إلخ

مثال: التركيب عبارة عن درارة مبدئية لمدرج ضوئي (Gradateur de lumière) الدارة مكونة من مقاومة متغيرة و مكثفة موصولة مع الدياك تسمح بالحصول علي فرق الطور اللازم للتحكم في تغير شدة إضاءة المصباح الشكل 4-33.

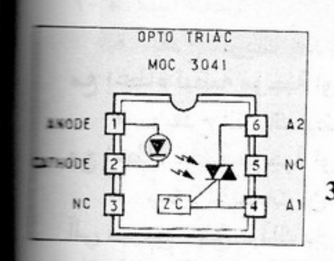
الشكل 4-33

الشكل 4-34



الشكل 4-34 يبين تجسيد المثال السابق باستعمال المركبات الحقيقية

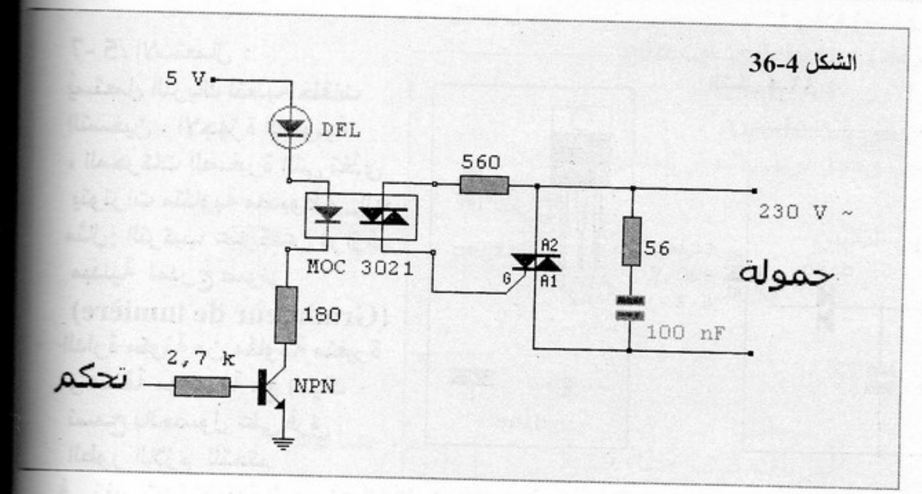
8) الترياك الضوئي Opto - triac
لاستعمال الترياك في التبديل يفضل الاستعانة بالترياك الضوئي
إذ يكفي تطبيق مستوي منخفض لتوتر موجب على الثنائي الضوئي (LED)
للتحكم في الترياك الضوئي ، أيَ عند إشتعال الثنائي يقدح الترياك
(Amorçage)، الوسط الرابط ما بين الثنائي و الترياك هو الضوء .



الشكل 4-35

ملاحظة : الوسط الذي يربط دارة التحكم بدارة الإستطاعة هو الضوء ، الشيء الذي يسمح بعزل دارة التحكم عن أى تأثير محتمل من دارة الإستطاعة

مثال
التحكم في إنارة
عن طريق
الحاسوب
أو المكرو مراقب
أو أى دارة
تحكم أخرى مناسبة



الشكل 4-36

يتحمل هذا النموذج توترات قد تصل الي 800 v يتم التحكم فيه بتيار بوابة i_{gt} الذي يمكن أن يتراوح ما بين 5 mAالي 50mA ، كما يمكنه ان يعطي تيار حمولة يقدر بـ 8A (قيمة فعالة) وفي نقاط غير متكررة قد يصل إلى 80A .
بطاقة تقنية للترياك BTA/BT08-800B

Triac BTA/BTB08-800B (general purpose AC switching and phase control operation)

الرمز	المدلول		القيمة	الوحدة
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltage		800	V
I_{GT}	Gate trigger current	T_j = 25 °C	5 to 50	mA
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	T_c = 100 °C	8	A
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle)	t = 20 ms	80	A
I_{GM}	Peak gate current	T_j = 125 °C	4	A

نشاط
إستنتج من البطاقة التقنية للترياك
1- تيار التحكم
2- تيار نهاية القدح
3- تيار القدح
4- ماذا يمثل التيار 80A
5- ماذا تستنتج

تمـــاريـــن

تمرين 01 :

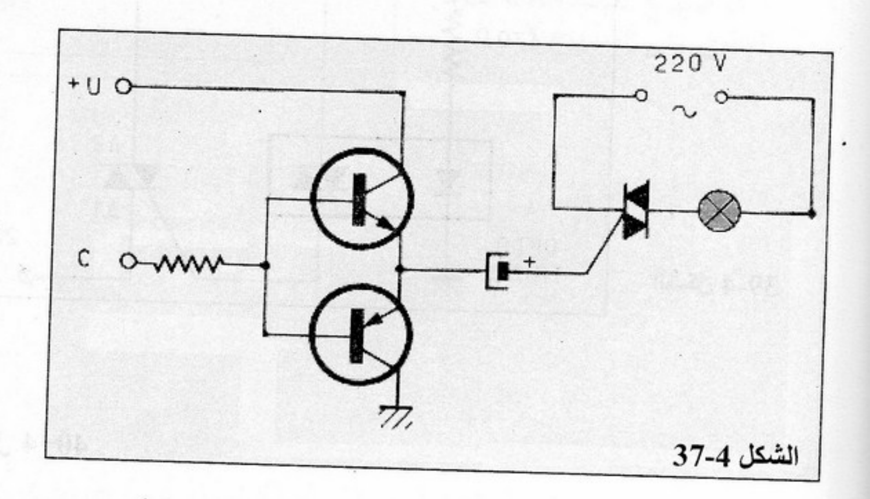
ليكن التركيب الموضح بالشكل 4-37

1- ماذا تمثل الإشارة عند النقطة C؟

2- ماهو دور المقحلين في هذه الحالة ؟

3- هل من الضروري تحسين الإشارة عند مخرج المقحلين علل ؟

4- ماذا يمثل المصباح في التركيب ؟



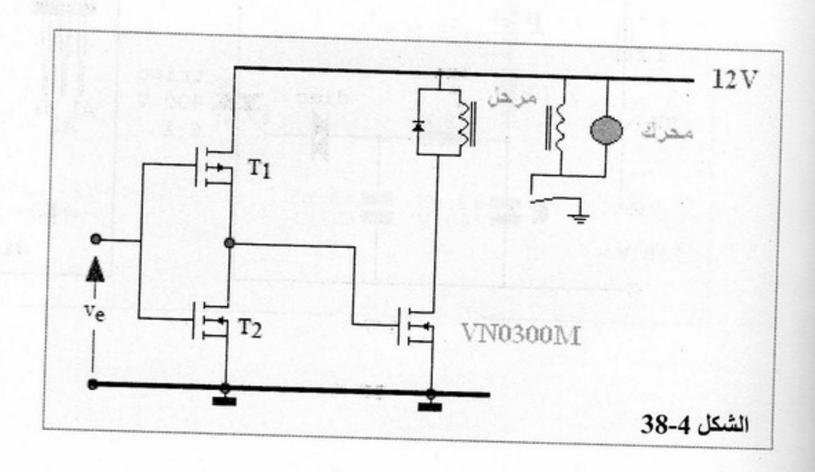
الشكل 4-37

تمرين 02 :

يمثل التركيب الموضح بالشكل 4-38 جزء من نظام آلي (Robot) ، يملك المقحل VN0300M مقاومة r_{DS} في حالة العبور تقدر بـــ $1.2\ \Omega$ و تيار أقصى 700mA و توتر إنهيار 30V .

1- ماذا يمثل التركيب المكون من المقحلين T_1 و T_2 ؟

2- إشرح بإختصار الدور الذي يقوم به المقحل VN0300M في التركيب ؟



الشكل 4-38

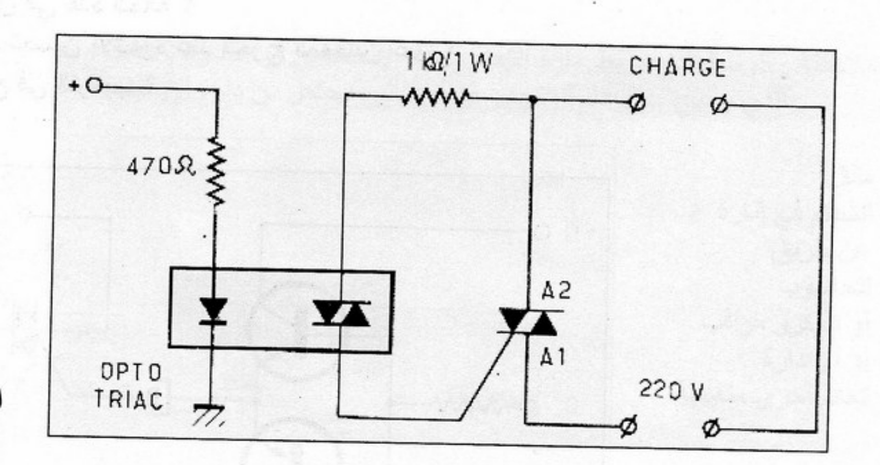
تمرين 03 :

يعطى التركيب الشكل 4-39

1- ينقسم التركيب إلى جزئين حددهما مع إختيار الإسم المناسب لكل منهما ؟

2- ماهي الفائدة التي يقدمها هذا النوع من التركيبات ؟

3- هل بإمكانك تطوير هذا التركيب من ناحية التحكم ؟ ماذا تقترح ؟



الشكل 4-39

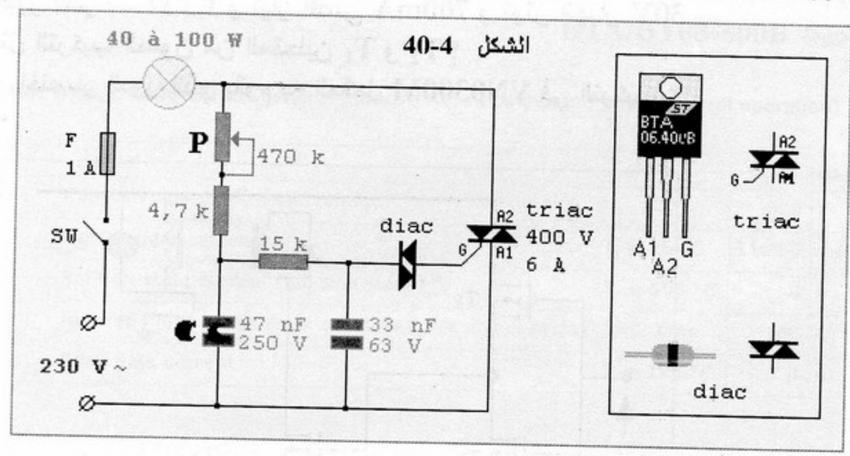
تمرين 04 :

التركيب الممثل بالشكل 4-40

1- ماذا يمثل

2- ماهي فائدته

3- ماهو دور الخلية C -P



الشكل 4-40

تمرين 05 :

يُغذى مصباح يحمل المعلومات التالية 220V 50Hz بمدرج أنظر الشكل 4-41.

1- أحسب القيمة الفعالة للتيار الذي يجب أن يتحمله الترياك ؟

2- نبضة التحكم في زناد الترياك متأخرة بـ 5ms بالنسبة لبداية كل نوبة

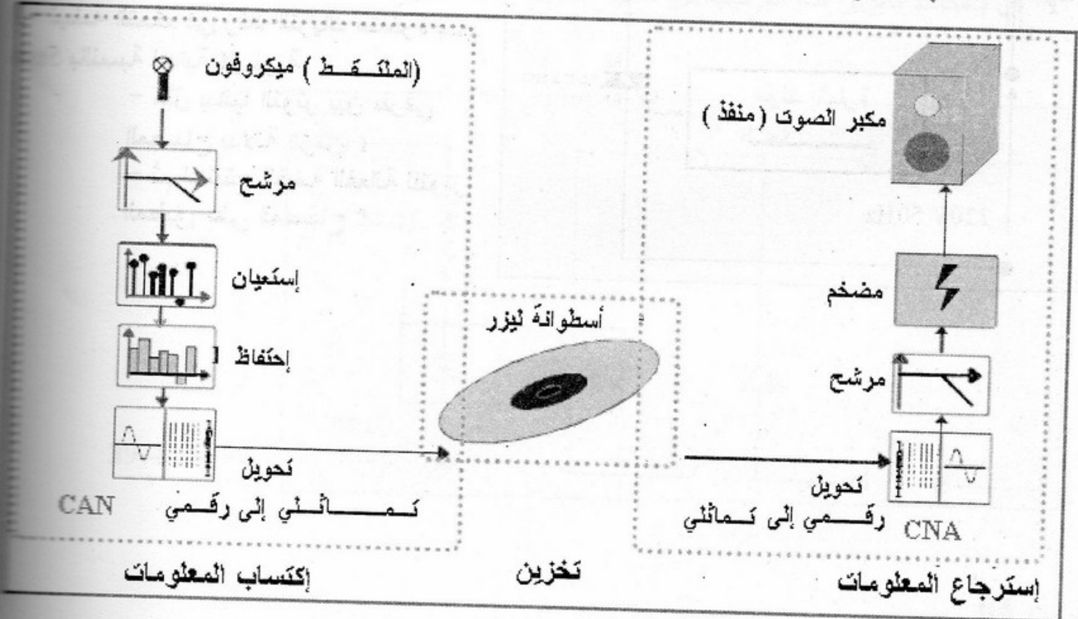
- مثل بيانيا التوتر بين طرفي المصباح بدلالة الزمن t

- ثم إستنتج القيمة الفعالة للتوتر المطبق على المصباح ؟

الشكل 4-41

8 إكتساب ، تحويل المعلومات

1) سلسلة اكتساب المعلومات و إسترجاعها :



لتخزين أو تسجيل معلومات صوتية على أسطوانة ليزر نحتاج إلى سلسلة للاكتساب هته المعلومات عنصرها الأساسي الملتقط Capteur المتمثل في ميكروفون يلتقط صوت (إشارة تماثلية) و التي تمر بمراحل إلى أن تحول إلى إشارة رقمية و التي تخزن في أسطوانة الليزر .
لاسترجاع أو سماع المعلومة الصوتية لابد من تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة صوتية و تمر بمراحل إلى أن تصل إلى المنفذ Actionneur (مكبر الصوت) .

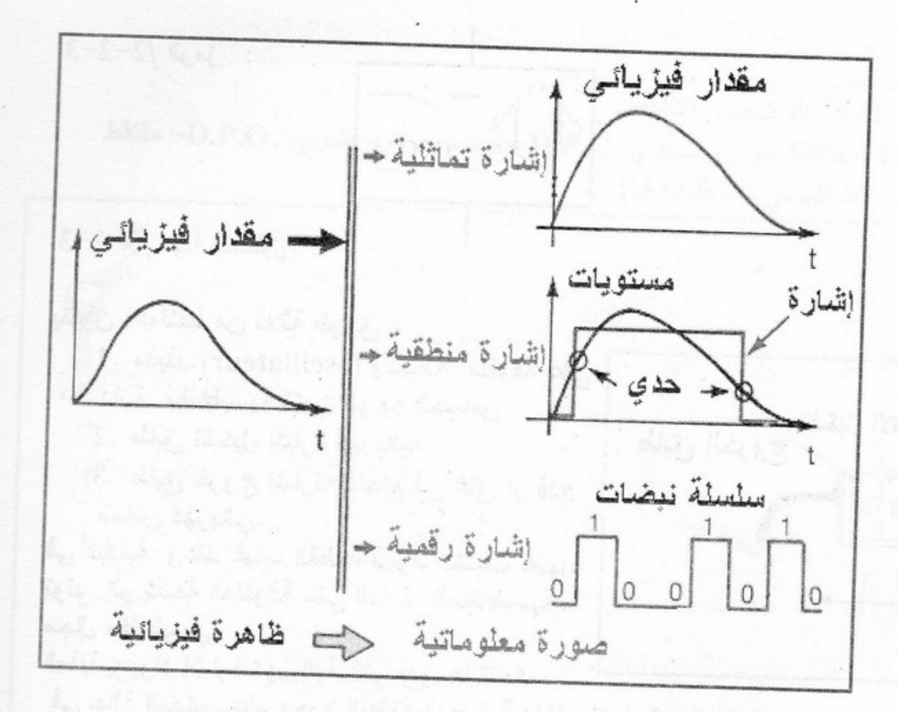
2) أنواع الإشارات الكهربائية : تتكون الإشارة الكهربائية (تيار أو توتر) من ثلاث أنواع :

* إشارة تماثلية : وهي إشارة تتغير باستمرار مع الزمن .
مثال : التوتر صورة لدرجة حرارة خارجية ، التوتر صور لسرعة الرياح .

* إشارة منطقية : وهي إشارة تأخذ قيمتين ثابتتين بارزتين ،كل منها تناسب منطق معين أو خاص فهي إذن إشارة غير مستمرة .
مثال : - درجة حرارة الوسط الخارجي أكبر من 10°C هذا يناسب توتر u=5v و إذا كان غير ذلك u=0v

- بوجود الضوء I=5mA ، بغيابه I=0mA .

* إشارة رقمية : تشبه الإشارة المنطقية و لكن معناها يختلف ، فهي تمثل عدد مرمز ثنائي (0،1)



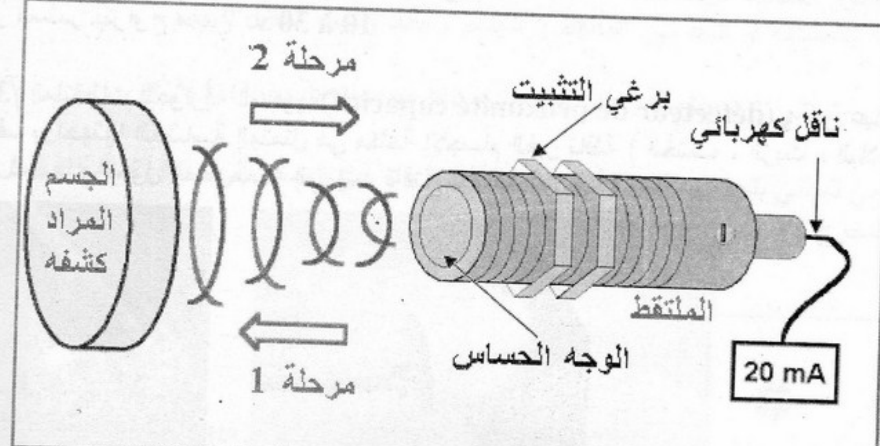
شكل لمختلف أنواع الإشارات الكهربائية

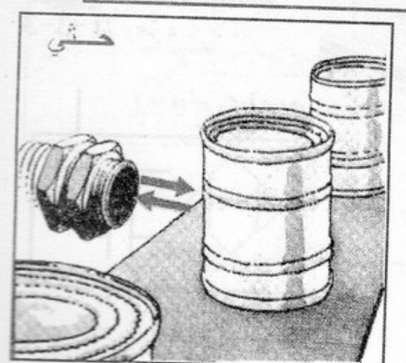
3) الملتقطات الجوارية :

3-1/ تذكير : الملتقط هو عبارة عن عنصر يحول المقدار الفيزيائي إلى مقدار كهربائي أو هوائي .

3-2/ الملتقطات الجوارية الحثية : (détecteur de proximité inductif) هي عبارة عن مركبات تكشف بواجهتها الحساسة الأجسام المعدنية دون لمسها و تحول المعلومات إلى إشارة فتح أو غلق دارة .

3-2-1/ المكونات :

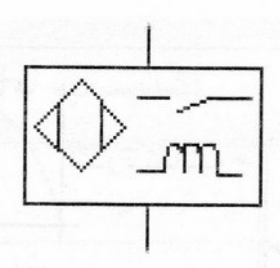




إستعمال الملتقط الحثي

شكل حقيقي لملتقط جوار حثي

3-2-2/ الرمز :



3-2-3/ مبدأ التشغيل :

جسم
تشكيل الإشارة
مذبذب
طابق الخروج

يتكون الملتقط من ثلاثة طوابق :

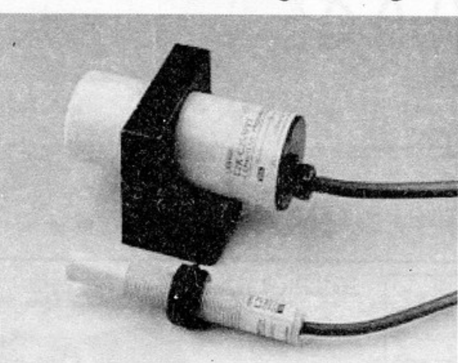
1. مذبذب(**oscillateur**) وشيعته ملفوفة على دارة مغناطيسية تكون الوجه الحساس
2. طابق تشكيل إشارة كهربائية
3. طابق خروج إشارته تتحكم في غلق أو فتح مماس كهربائي.

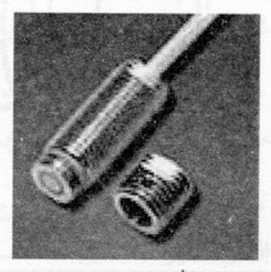
في البداية وعند غياب القطعة المراد الكشف عنها، تولد الو شيعة الملفوفة على الدارة المغناطيسية مجال مغناطيسي.
المذبذب يولد إشارة كهربائية التي بدورها تتحكم في حالة المماس.عند وجود القطعة المعد نية داخل حدود المجال المغناطيسي مما ينتج عنه توليد تيارات تحريضية مارة في القطعة ، هذه الأخيرة تؤدي إلى توقف المذبذب وانعدام الإشارة الكهربائية ، و بالتالي المماس يغير حالته.

3-2-4/ توتر التغذية :

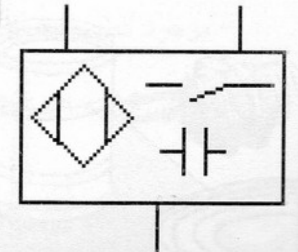
توتر متناوب يتراوح مابين **20 à 264v**
توتر مستمر يتراوح مابين **10 à 30 v**

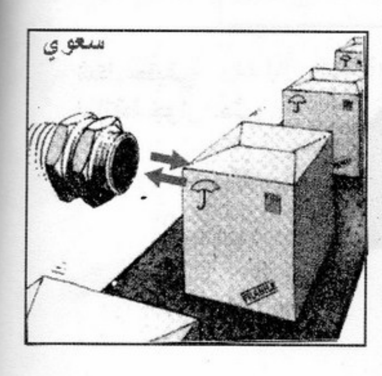
3-3/ الملتقطات الجوارية السعوية(**détecteur de proximité capacitif**) : هي عبارة عن مركبات تكشف بواجهتها الحساسة المتمثل في مكثفة الأجسام الغير ناقلة (الخشب ، الزيت ، البلاستيك الخ) و الناقلة دون لمسها و تحول المعلومات إلى إشارة فتح أو غلق دارة .

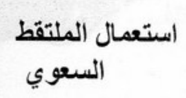




3-3-1/ رمزه :

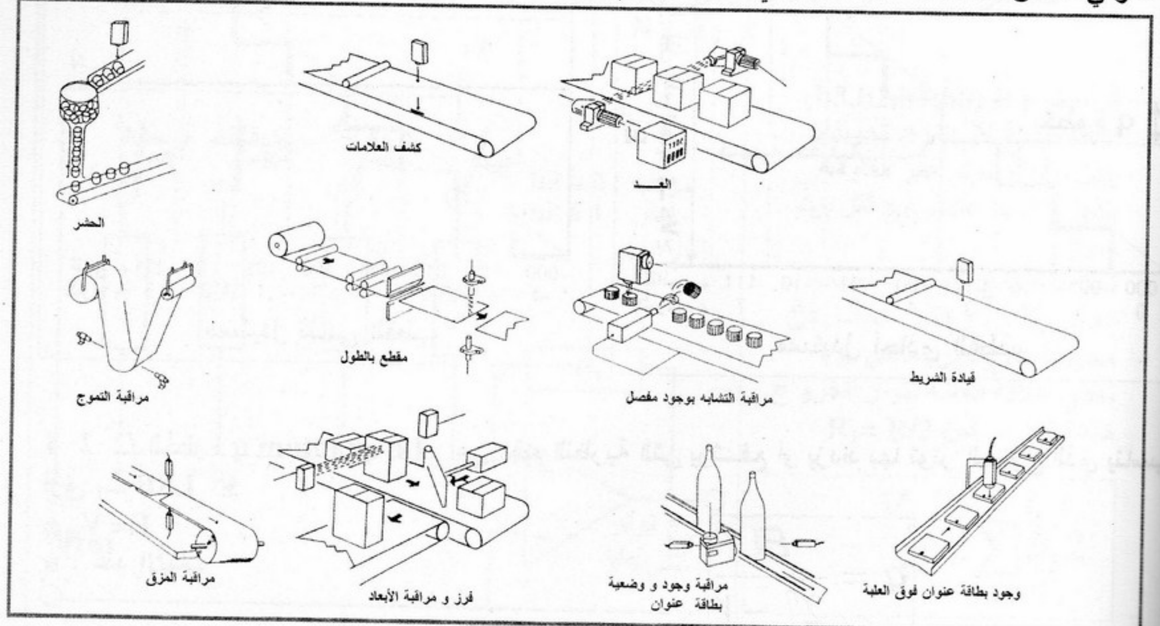





استعمال الملتقط السعوي

وضعية ادماجية :

بين نوع الملتقطات المستعملة في الوضعيات التالية :
(ملتقط جواري حثي D.P.I – ملتقط جواري سعوي D.P.C– ملتقط جواري ضوئي D.P.O– ملتقط ضوئي عاكس D.O.R– ملتقط ضوئي سد D.O.B)

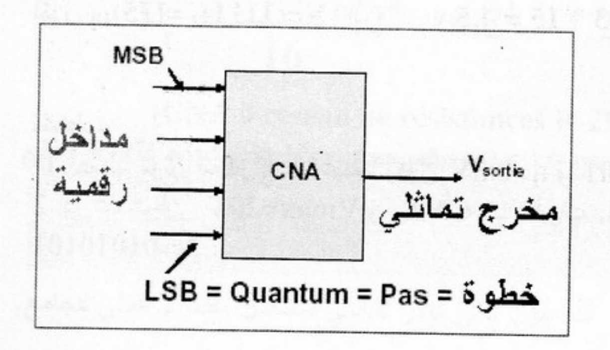


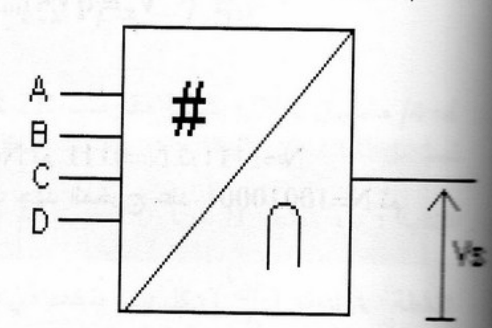
2-3-3/ مبدأ تشغيل : يكمن في تغيير سعة مكثفة دارة الهزاز أو المذبذب RC .
بوجود جسم ناقل بجور الملتقط تزداد سعة المكثفة مما ينتج عنه تغيير في إهتزاز الدارة RC ، هذا التغيير في السعة له علاقة بالمسافة أو البعد بين الملتقط و الجسم ، أبعاد وثابت العازل للجسم .

4) مستبدل رقمي – تماثلي (CNA Convertisseur Numérique Analogique)

يسمح مستبدل رقمي تماثلي بتحويل مقدار رقمي N (أبيات 1،0) في المدخل إلى مقدار تماثلي (إشارة متواصلة) في المخرج V_s .

1-4/ رمزه :



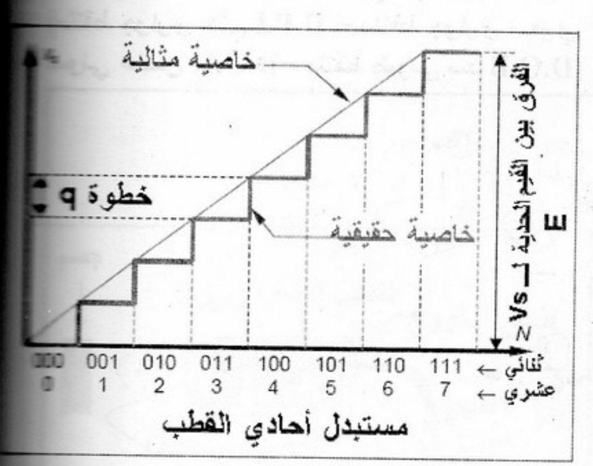


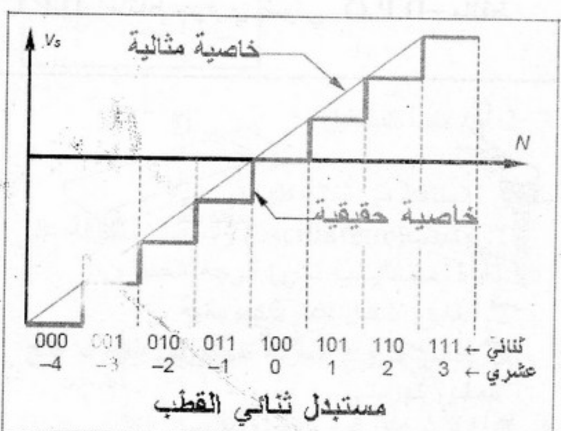
2-4/ الخصائص الأساسية لمستبدل تماثلي– رقمي :

1-2-4/ خاصية التحويل $V_s=f(N)$: لدينا نوعين من المستبدلات حسب إشارة الخروج V_s

- مستبدل أحادي القطب عندما تكون $0 \leq V_s \leq V_{max}$.

* مستبدل ثنائي القطب عندما تكون $-V_{max} \le V_s \le V_{max}$





4-2-2/ الخطوة Le quantum q : هي القيم النظرية التي يرتـــفع أو يزداد بها توتر الخروج الذي يناسب فرق بـــ LSB ±

$$q = \frac{E}{2^n - 1}$$

$E = V_{max}$

n : عدد الأبيات

العلاقة بين توتر الخروج V_s و العدد N :

N : عدد ثنائي يحول إلى العشري

$$V_s = q.N$$

مثال : توتر خروج لمستبدل رقمي تماثلي CNA ذو 4 أبيات (bits) هو $V_s= 0.3$ v لما توتر دخول الرقمي يساوي 0001 ، ماهو إذن توتر الخروج V_s إذا كان الدخول الرقمي 1111 .

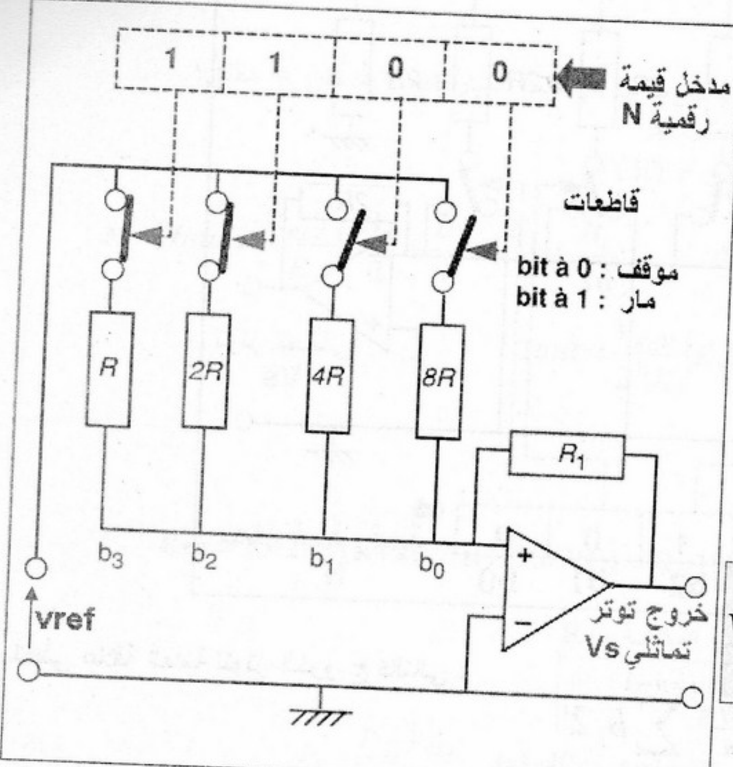
الحل : 0001 يمثل أضعف ثقل الذي يناسب خطوة واحدة أي q=0.3 v

لكن $N=(1111)_2=(15)_{10}$ إذن $V_s = q\,(N)_{10} = 0.3 * 15 = 4.5$ v

نشاط :

1. أحسب توتر المخرج Vsعندما يكون q=0.5V و N=1001 ثم N=0111 ثمN=1111
2. إذا علمت أن Vmax=20V و CNA بـــ 8أبيات ,أحسب جهد المخرج عند N=10010001 ثم N=01010101 .

4-3/ مستبدل CNA بشبكة مقاومات متزنة :(CNA à réseau de résistances pondérées)



مبدأ التشغيل :

كل بيت Bit (b3,b2,b1,b0) لكلمة ثنائية N المراد تحويلها يبدل تيار أو توتر عبر مقاومة الذي يتناسب عكسيا مع ثقل بيت معين .
نستعمل لجمع التوترات مضخم عملي جامع ، و الذي نحصل في مخرجه على توتر تماثلي Vs تعطى علاقة العامة لتوتر الخروج كالتالي : إذا كان $R_1 = R/2$

$$V_s = -\frac{V_{ref}}{2^n}\sum_{i=0}^{i=n-1} b_i 2^i$$

إذا كان n=4 تصبح V_s كتالي :

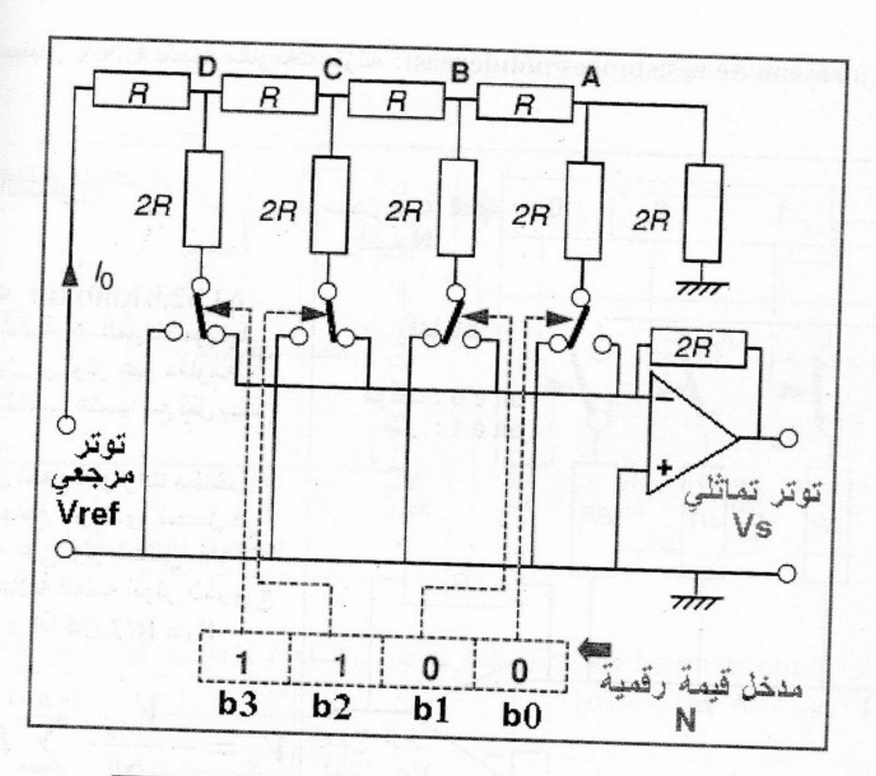
$$V_s = -\frac{V_{ref}}{16}(b_0.2^0 + b_1.2^1 + b_2.2^2 + b_3 2^3)$$

مثال : $n=4$, $N=1100$, $V_{ref} = 10v$ أحسب V_s .

$$V_s = -\frac{10}{16}(0.2^0 + 0.2^1 + 1.2^2 + 1.2^3) = -7.5v$$

4-4/ مستبدل CNA بشبكة مقاومات R-2R :(CNA à réseau de résistances R-2R)

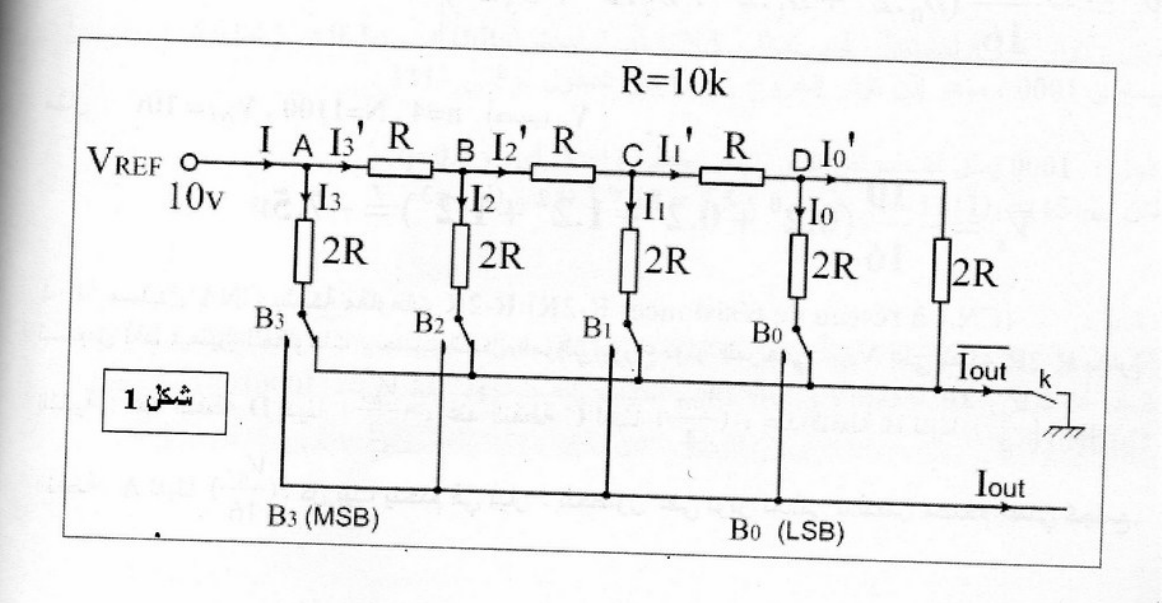
نستعمل فقط قيمتين للمقاومات ، حسب الشكل الموالي يوزع توتر المرجعي V_{ref} على شبكة R-2R بالقيم التالية : عند النقطة D لدينا $(\frac{V_{ref}}{2})$ ، عند النقطة C لدينا $(\frac{V_{ref}}{4})$ ، عند النقطة B لدينا $(\frac{V_{ref}}{8})$ ، عند النقطة A لدينا $(\frac{V_{ref}}{16})$ ، كل بيت يتحكم في تيار . للحصول على توتر تماثلي نستعمل مضخم عملي كجامع.



تعطى علاقة العامة لتوتر الخرو ج كالتالي :

$$V_s = -\frac{V_{ref}}{2^n}\sum_{i=0}^{i=n-1} b_i 2^i$$

نشاط 1 : ليكن التركيب التالي :



شكل 1

يحول المستبدل الترميز الثنائي المطبق في المداخل إلى تيار الذي يتناسب مع هذا الترميز بواسطة مقاومات و قاطعات الناتجة من مقاحل MOSFET . يجب تحويل التيار إلى توتر بمضخم. الشكل 1 يمثل مبدأ تشغيل مستبدل رقمي-تماثلي 4 أرقام .

1- حسب حالة المبدلات B_0 إلى B_3 كلها في 0 ما هي قيمة التيار Iout إذا كان k مغلق؟

2- عين المقاومة المكافئة على يمين النقطة A

3- عبرعن I_0 I_1 I_2 I_3 I بدلالة R و +VREF

4- أحسب I للترميز 1000 ثم 1101

5- بين أن يمكن كتابة التيار على الشكل: $Iout = \frac{V_{REF}}{R}\left(\frac{B_3}{2}+\frac{B_2}{4}+\frac{B_1}{8}+\frac{B_0}{16}\right)$ و

$$Iout=\frac{V_{REF}}{2^4.R}\left(B_3.2^3+B_2.2^2+B_1.2^1+B_0.2^0\right)$$

الحل :

1- Iout=0

2-المقاومة المكافئة هي $Req = R+2R//(R+2R//(R+2R//2R)) = R=10k\Omega$

3- نلاحظ أن التيار I يمر في المقاومة المكافئة Req

$$I=\frac{V_{REF}}{R}$$

على يمين النقطة A Req=R إذن $I_3=I'_3$ و $I=I_3+I'_3$ $I_3=\frac{I}{2}=\frac{V_{REF}}{2R}$

نفس التفكير و نجد $I_2=I'_2=\frac{I'_3}{2}=\frac{V_{REF}}{4R}$ $I_1=I'_1=\frac{I'_2}{2}=\frac{V_{REF}}{8R}$ $I_0=I'_0=\frac{I'_1}{2}=\frac{V_{REF}}{16R}$

4- للترميز 1000 نجد سوى المبدل B_3 مغلق $I_{out}=I_3=\frac{V_{REF}}{2R}$

للترميز 1101 نجد B_3 B_2 B_0 مغلقة $I_{out}=I_3+I_2+I_0=\frac{V_{REF}}{2R}+\frac{V_{REF}}{4R}+\frac{V_{REF}}{16R}=13\frac{V_{REF}}{16R}$

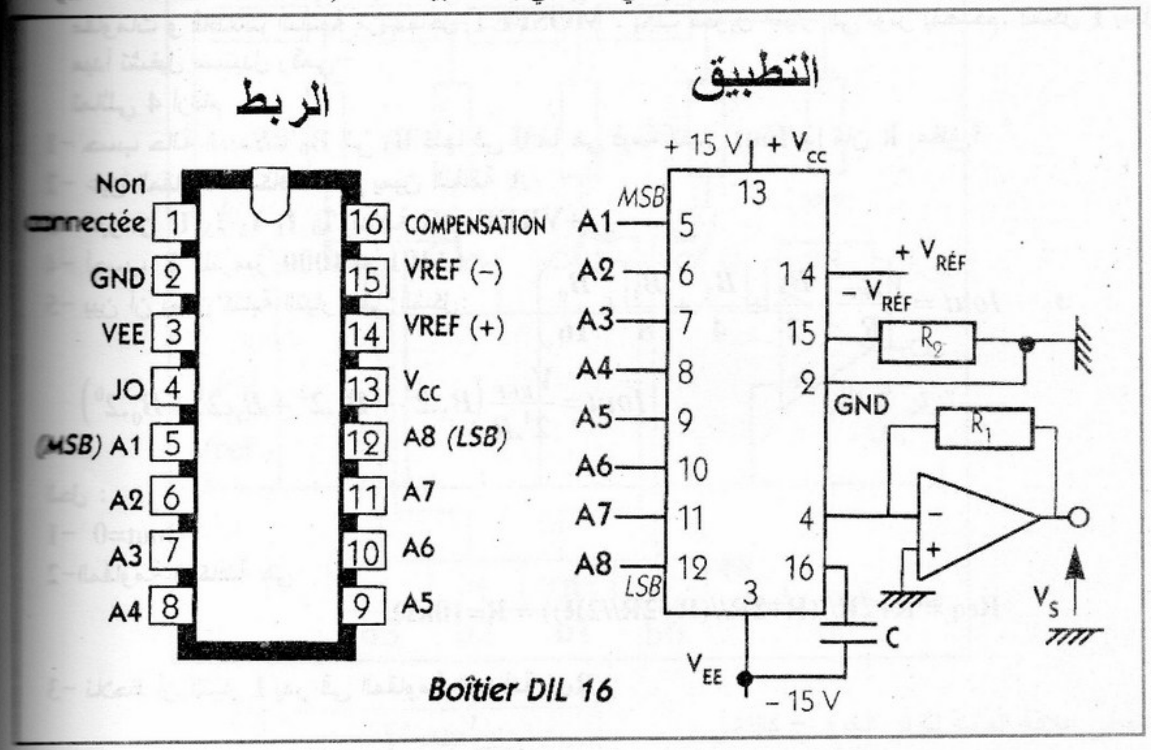
5- عندما تكون المبدلات كلها في المستوى المنطقي '1' التيارات I_0 I_1 I_2 I_3 تصبح في المخرج I_{out}

إذن $I_{out}=B_3.I_3+B_2.I_2+B_1.I_1+B_0.I_0$ نعوض كل تيار بقيمته و نجد

$$I_{out}=\frac{V_{REF}}{R}\left(\frac{B_3}{2}+\frac{B_2}{4}+\frac{B_1}{8}+\frac{B_0}{16}\right)$$

$$=\frac{V_{REF}}{16R}(8.B_3+4.B_2+2.B_1+1.B_0)=\frac{V_{REF}}{2^4.R}\left(B_3.2^3+B_2.2^2+B_1.2^1+B_0.2^0\right)$$

نشاط 2 : إستعمال الدارة المندمجة لمستبدل رقمي –تماثلي بـ 8 أبيات (DAC 0808 à 8bits)



مثال :(مضخم LM361 ; V_{cc}= + 5v ; V_{EE}= -15v ; R2= 5kΩ ; R1= 5MΩ ; C= 0.1µF

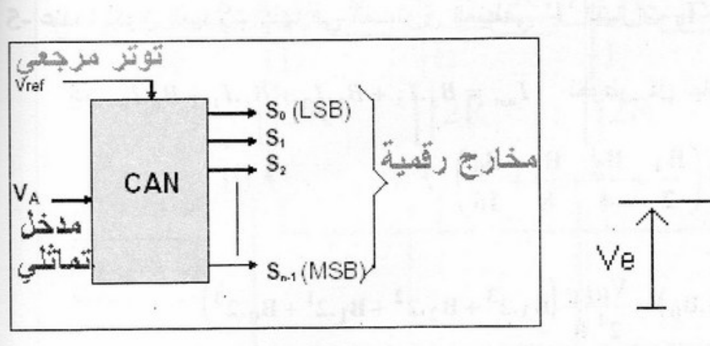
V_s = 10v

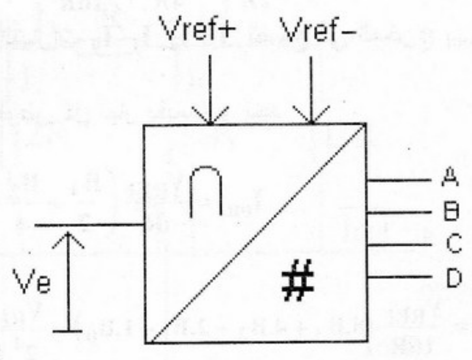
مداخل رقمية : (A1 à A8)

5) مستبدل تماثلي – رقمي (CAN Convertisseur Analogique Numérique)

يسمح مستبدل تماثلي رقمي بتحويل إشارة كهربائية متواصلة مع الزمن V_A إلى قيم رقمية N تتناسب مع قيمة الإشارة الكهربائية .

5-1/ رمزه :

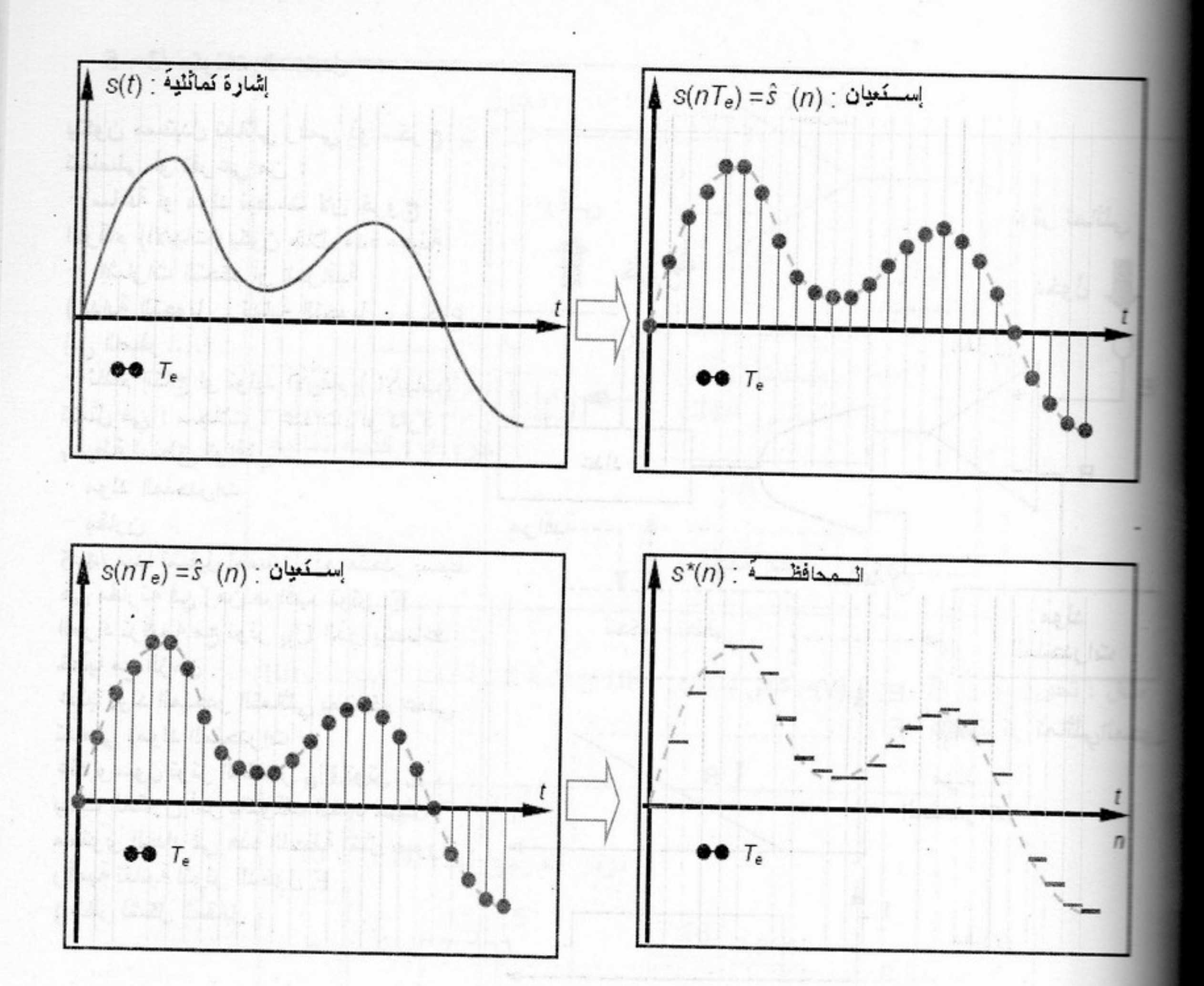




5-2/ مراحل التحويل :

تتم عملية ترقيم إشارة تماثلية بالمراحل التالية :

- تحديد قيم منفصلة مع الزمن للإشارة التماثلية (إستعيان échantillonnage)
- محافظة (Blocage) ، ثم الترميز القيم إلى عدد ثنائي .

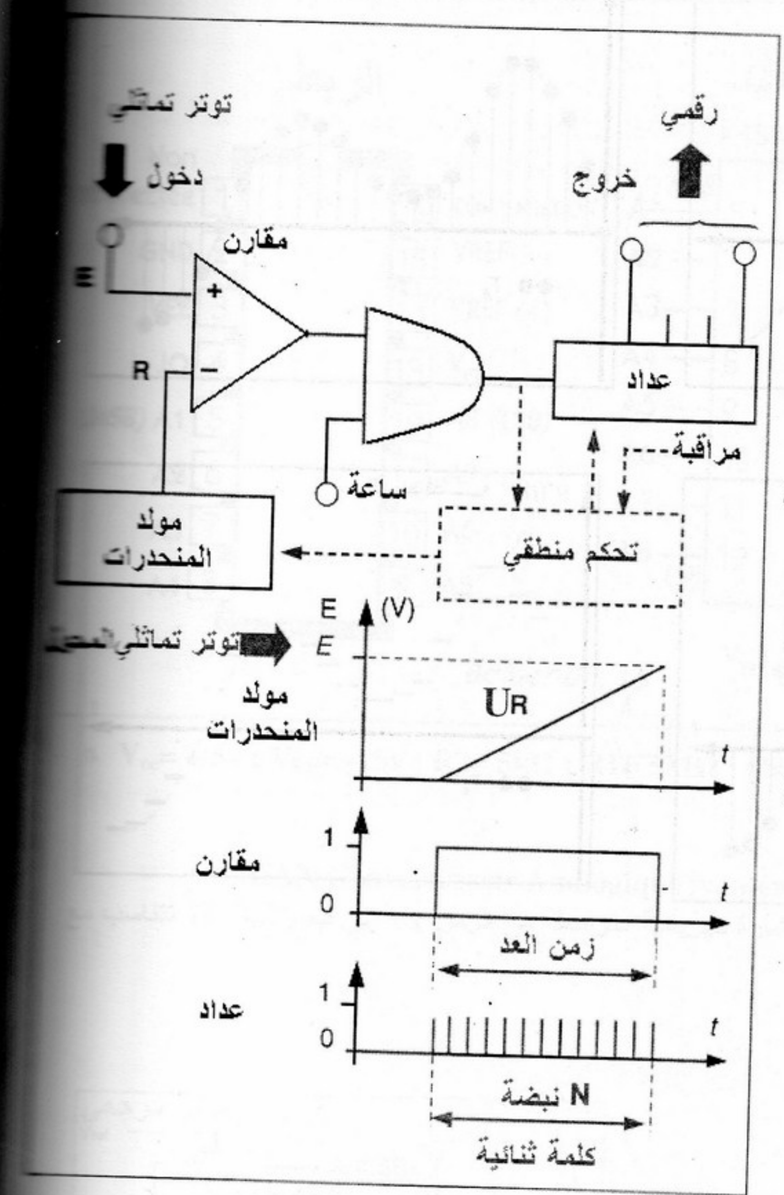


$s(t)$: إشارة تماثلية
t
T_e
$s(nT_e) = \hat{s}\ (n)$: إستعيان
t
T_e
$s(nT_e) = \hat{s}\ (n)$: إستعيان
t
T_e
$s^*(n)$: المحافظة
t
n
T_e

5 -3/ مكونات المستبدل :

يتكون مستبدل تماثلي رقمي ذو مخرج تسلسلي أو تفرعي من :

- ساعة أو مولد نبضات لأن خروج الأرقام (الأبيات) يكون خلال مدة معينة.
- إشارات التحكم أو المراقبة (بداية التحويل ، نهاية التحويل ، إرجاع إلى الصفر....)
- نظام إنتاج أو توليد الأرقام (الأبيات) تتمثل في : سجلات ، عددات، أو دارة بسيطة لمنطق توافقي .
- مولد المنحدرات
- مقارن



5-4/ مبدأ تشغيل لمستبدل ذو منحدر بسيط هي مقارنة في زمن مراقب توتر E المراد ترقيمه مع توتر U_R الذي يتصاعد خطيا مع الزمن .

غالبا يولد المنحدر التماثلي بمضخم عملي تكاملي (مولد المنحدرات) .

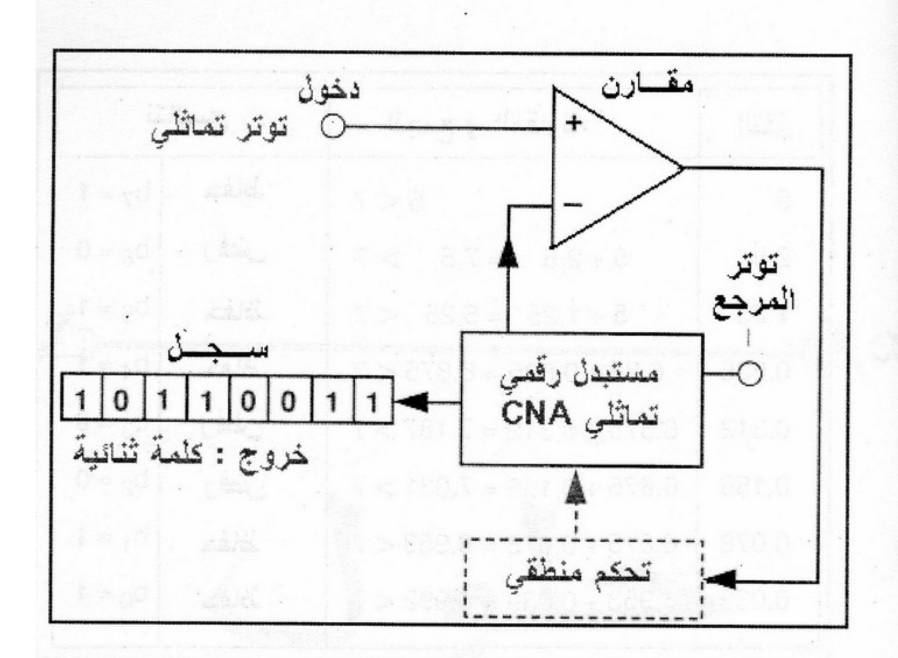
عند وصول توتر المنحدر U_R توتر E ، يبعث المقارن أمر بالتوقف العداد حيث محتوى العداد في هذه اللحظة يمثل صورة رقمية ثنائية لتوتر الدخول E .
(أنظر لشكل المقابل)

5-5/ مستبدل تماثلي رقمي تتابع تقاربي **(CAN à approximations successives)**

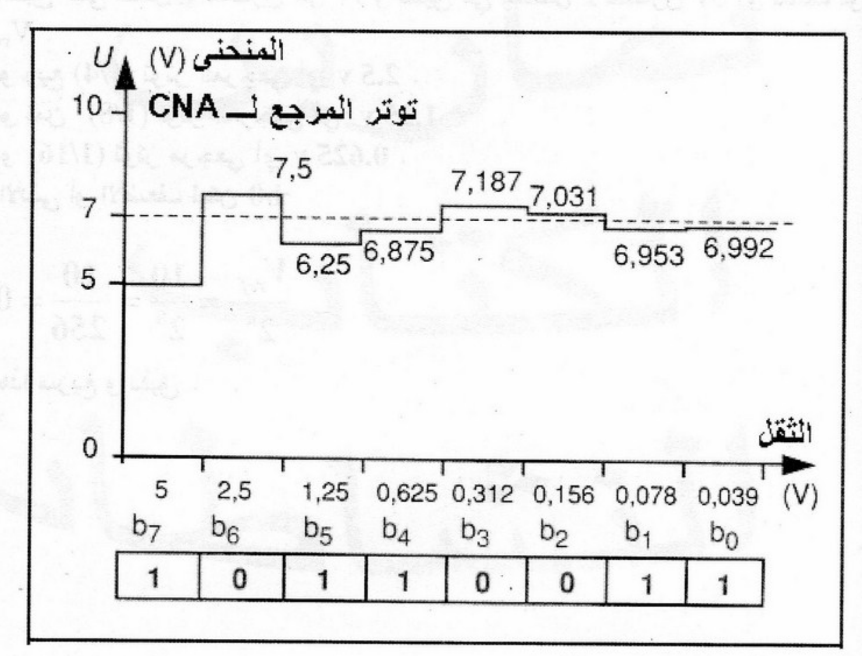
نطبق في مدخل المقارن توتر E تماثلي المراد تحويله والذي نقارنه بتوترات مرجعية متتابعة كأن نزن سلعة في ميزان باختيار ثقل متتابع ثم نجمع للحصول على الوزن .

كل بيت مخصص لثقل حفظ يعتبر حالة منطقية 1

تجمع في الأخير كل الأبيات على حسب الحالات 0 أو 1 للحصول على كلمة ثنائية و التي تمثل عبارة الرقمية للقيمة تماثلية E .



مثال : تحويل توتر 7v مع توتر مرجعي يساوي 10v و كلمة ثنائية ذات 8 أبيات (Bits)



* حساب تقاربي متتابع

نتائـــج		الجمع و المقارنة	الثقل
$b_7 = 1$	حفاظ	5 < 7	5
$b_6 = 0$	رفض	5 + 2,5 = 7,5 > 7	2,5
$b_5 = 1$	حفاظ	5 + 1,25 = 6,25 < 7	1,25
$b_4 = 1$	حفاظ	6,25 + 0,625 = 6,875 < 7	0,625
$b_3 = 0$	رفض	6,875 + 0,312 = 7,187 > 7	0,312
$b_2 = 0$	رفض	6,875 + 0,156 = 7,031 > 7	0,156
$b_1 = 1$	حفاظ	6,875 + 0,078 = 6,953 < 7	0,078
$b_0 = 1$	حفاظ	6,953 + 0,039 = 6,992 < 7	0,039

توتر الدخول 7v ، توتر مرجعي المطبق على المستبدل الرقمي- تماثلي $V_{ref} = 10\ v$.

الثقل الأول المطبق على مدخل 1 للمقارن هو 7v و نطبق في المدخل 2 للمقارن 5v أي نصف توتر المرجعي $V_{ref}/2 = 10/2$.

الثقل الثاني هو ربع (1/4) توتر المرجعي أي 2.5 v .

الثقل الثالث هو ثمن (1/8) توتر المرجعي أي 1.25 v .

الثقل الرابع هو (1/16) توتر مرجعي أي 0.625 v .

إلى حد الثقل الأدنى أو الأضعف ليكن b0-

$$\frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{10}{2^8} = \frac{10}{256} = 0.039v$$

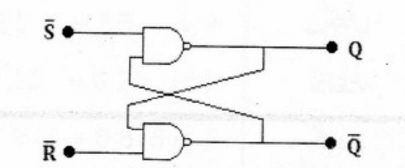
مبدأ التحويل هذا سريع و دقيق .

حلول تمارين الكتاب و النشاطات

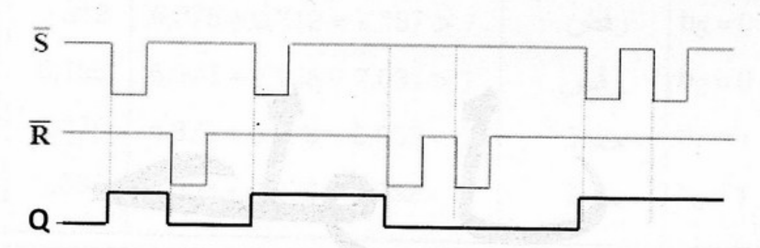
1 المنطق التعاقبي

نشاط 01 ص 8 :

- التصميم المنطقي للقلاب $\overline{RS}$:

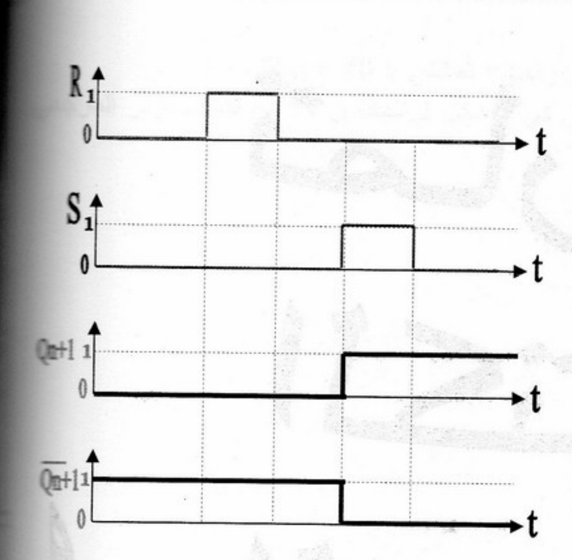


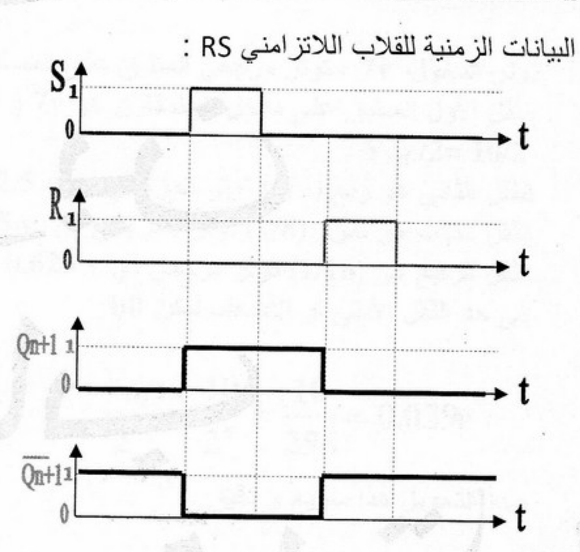
- المخطط الزمني :



نشاط 02 ص 8 :

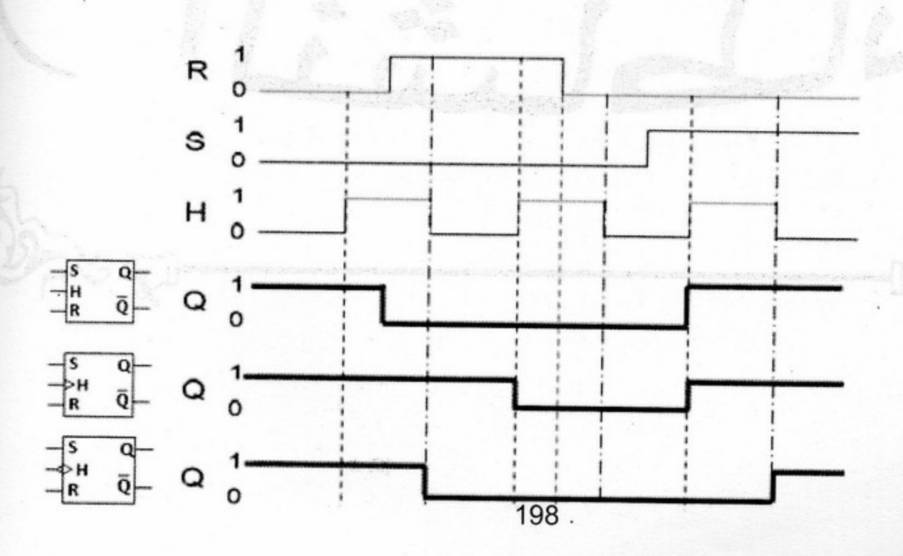
البيانات الزمنية للقلاب اللاتزامني RS :





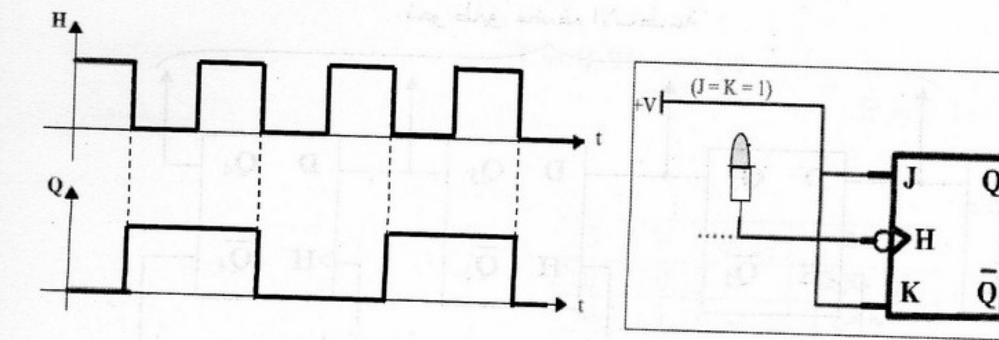
نشاط ص 11 :

المخططات الزمنية :



ـط ص 13 :

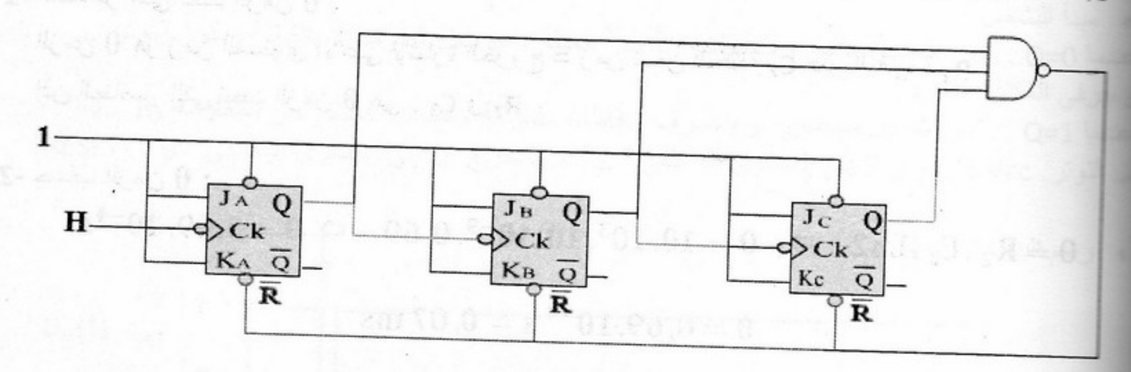
ـ المخطط الزمني :



ـ التصميم عبارة عن قلاب JK يعمل كقلاب T (عند كل نبضة يعكس الحالة السابقة)

ـط 01 ص 19 :

ـ تصميم العداد ترديد 7 باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة :



ـط ص 26 :

1- عدد الأطوار : m=4

2- عدد الأقطاب : 2 (p=1)

3- نوع التغذية : ثنائي الاتجاه ($K_1=2$)

4- نوع التبديل : متناظر ($K_2=1$)

5- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة : $N=m.p.K_1.K_2 = 4 .1.2.1 = 8$ pas/tr

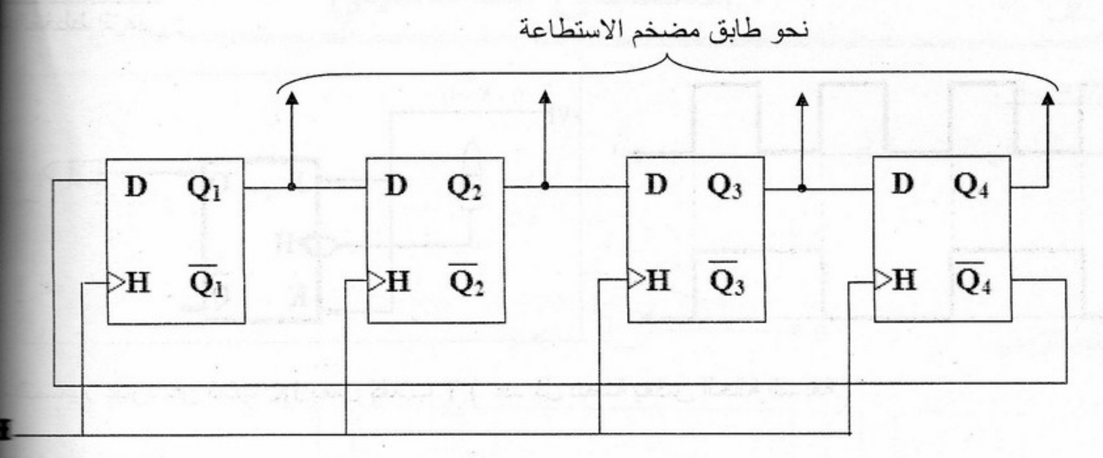
6- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^{\circ}}{8} \Rightarrow \alpha = 45^{\circ}$$

7- جدول تحريض الأطوار :

الخطوة	مخارج السجل				الأطوار المحرضة				حالات المقاحل			
	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	L_1	L_2	L_3	L_4	T_0	T_1	T_2	T_3
1	0	0	0	0	1	1	1	1	محصور	محصور	محصور	محصور
2	1	0	0	0	1	1	1	1	مشبع	محصور	محصور	محصور
3	1	1	0	0	1	1	1	1	مشبع	مشبع	محصور	محصور
4	1	1	1	0	1	1	1	1	مشبع	مشبع	مشبع	محصور
5	1	1	1	1	1	1	1	1	مشبع	مشبع	مشبع	مشبع
6	0	1	1	1	1	1	1	1	محصور	مشبع	مشبع	مشبع
7	0	0	1	1	1	1	1	1	محصور	محصور	مشبع	مشبع
8	0	0	0	1	1	1	1	1	محصور	محصور	محصور	مشبع

- ربط السجل :



نشاط ص 31 :

1- العناصر التي تحدد الزمن θ :

الزمن θ هو زمن المستوى الأعلى لإشارة الخروج = زمن شحن المكثفة C_2 عبر المقاومة R_2

إذن العناصر التي تحدد الزمن θ هي : C_2 و R_2

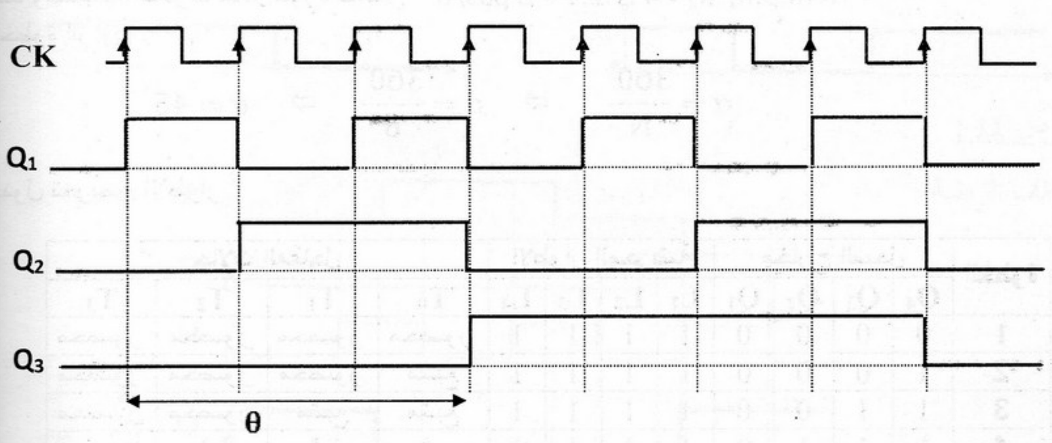
2- حساب الزمن θ :

$$\theta = R_2 . C_2 . Ln2 \Rightarrow \theta = 10.10^3 . 10.10^{-9} . 0,69 \Rightarrow \theta = 0,69.10^{-4} s$$

$$\theta = 0,69.10^{-4}\ s \simeq 0,07\ ms$$

نشاط ص 33 :

1- المخطط الزمني :



2- زمن التأجيل :

من المخطط الزمني : $\theta = 3.T$

- حساب الدور T لإشارة الساعة :

$$T = (R_1 + 2R_2).C.Ln2 = (50 + 50).10^3.14,4.10^{-6}.0,69$$

$$\mathbf{T = 0,99\ s = 1\ s}$$

حساب θ : $\theta = 3.1 = 3\ s$

وضعية إدماجية ص 34 :

1. القلاب RS :
جدول الحقيقة للقلاب :

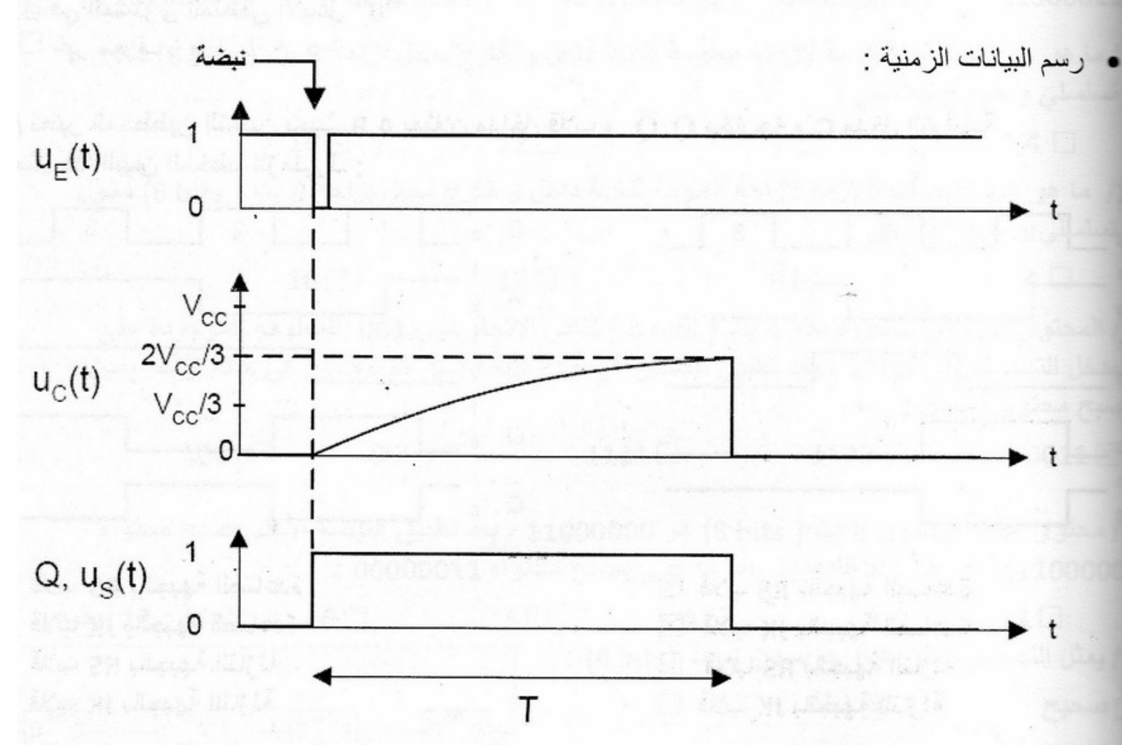
$\overline{S}$	$\overline{R}$	Q_{n+1}	ملاحظة
0	0	×	**غير معرف**
0	1	1	**وضع في 1**
1	0	0	**وضع في 0**
1	1	Q_n	**احتفاظ**

2. دارة القلاب أحادي الاستقرار :
1. الدراسة النظرية :

- مبدأ التشغيل :

- عندما Q=0 : يكون المقحل **مشبع** و يتصرف كـ**قاطعة مغلقة** ، يوصل الطرف 7 **بالكتلة** ويكون التوتر بين طرفي المكثفة **معدوم** .
- عندما Q=1 : يكون المقحل **محصور** و يتصرف كـ**قاطعة مفتوحة** ، تشحن المكثفة عبر **المقاومة R_A** ، لما يصل التوتر 2/3 Vcc يمر R إلى المستوى المنطقي " **1** " و المخرج Q إلى المستوى المنطقي " **0** " (RESET)

- رسم البيانات الزمنية :



- زمن التأجيل :
- العناصر التي تضبط زمن التأجيل " T " هي :المقاومة R_A و المكثفة C
- عبارة زمن التأجيل " T " : $T = R_A.C.Ln3 = 1,1.R_A.C$

اختبر معلوماتك

1/ ليكن التصميم التالي : إذا وضعننا X في المستوى المنطقي " 1 " . بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Y :

☒ في المستوى المنطقي الأعلى "1"
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"
☐ غير معرف

2/ ليكن التصميم التالي و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي " 1 " و Y في المستوى المنطقي "0" .

بعد نبضة واحدة للتوقيتية يصبح Q :

☒ في المستوى المنطقي الأعلى "1"
☐ في المستوى المنطقي الأسفل "0"
☐ غير معرف

3/ نعتبر التركيب السابق و بعد إرجاعه للصفر : نضع X في المستوى المنطقي " 0 " و Y في المستوى المنطقي " 1 ". بعد 3 نبضات للتوقيتية يصبح Q :

☐ في المستوى المنطقي الأعلى "1"
☒ في المستوى المنطقي الأسفل "0"
☐ غير معرف

4/ نعتبر المخططين التاليين بحيث A,B يمثلان مداخل قلاب و $Q, \overline{Q}$ مخارجه و C مدخل التوقيتية .
يمثل هذا البيان المخطط الزمني لـ :

☐ قلاب RS بالجبهة الصاعدة
☒ قلاب JK بالجبهة الصاعدة
☐ قلاب RS بالجبهة النازلة
☐ قلاب JK بالجبهة النازلة

☒ قلاب RS بالجبهة الصاعدة
☒ قلاب JK بالجبهة الصاعدة
☐ قلاب RS بالجبهة النازلة
☐ قلاب JK بالجبهة النازلة

5/ يمثل هذا البيان المخطط الزمني لعداد ترديد 2 بحيث :
Q_0 هو المخرج LSB و Q_1 المخرج MSB
و CLK مدخل التوقيتية .

☐ صحيح ☒ خطأ

6/ عداد قاسم على 4 هو عداد ترديد 4 : ☒ صحيح ☐ خطأ

7/ عداد ثنائي تصاعدي – تنازلي (up-down) 3 بت (3 bits) يشتغل في النمط التنازلي و موضوع في الحالة 000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

☐ 010 ☐ 011 ☐ 111 ☐ 110 ☒ 101

8/ عداد ثنائي تصاعدي – تنازلي (up-down) 4 بت (4 bits) يشتغل في النمط التصاعدي و موضوع في الحالة 1101 . بعد 4 نبضات للتوقيتية يصل العداد للحالة :

☐ 1010 ☐ 1001 ☒ 0001 ☐ 0000 ☐ 1111

9/ عداد عشري هو :

☐ عداد 10 بت ☒ عداد ترديد 10 ☒ عداد قاسم على 10

☒ عداد بـ 10 حالات ☐ عداد تصاعدي-تنازلي

10/ الحالة الحالية لعداد عشري هي 1000 . بعد 3 نبضات للتوقيتية تصبح حالة العداد :

☐ 1000 ☐ 1001 ☐ 1010 ☐ 1011 ☒ 0001

11/ المخرج لسجل إزاحة يمين 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي مربوط بمدخله . يحمل السجل المعلومة الثنائية 11000011 ، بعد 4 نبضات لإشارة التزامن يصبح محتواه :

☐ 11000011 ☐ 00001100 ☒ 00111100 ☐ 00001111 ☐ 11110000

12/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تسلسلي :

☐ 4 ☐ 8 ☐ 12 ☒ 16

13/ ما هو عدد النبضات اللازمة لإزاحة معلومة ثنائية داخل و خارج سجل إزاحة 8 بت (8 bits) دخول تسلسلي و خروج تفرعي :

☐ 4 ☒ 8 ☐ 12 ☐ 16

14/ المحتوى الابتدائي لسجل إزاحة 4 بت (4 bits) ثنائي الاتجاه هو 0011 .المعلومة الموجودة على المدخل التسلسلي هي 1100 ، بعد تطبيق نبضتين في حالة إزاحة يسار ثم نبضتين في حالة إزاحة يمين يصبح محتوىَ السجل :

☒ 0011 ☐ 1100 ☐ 1111 ☐ 0000 ☐ 1001

15/ محتوى عداد جونسون 8 بت (8 bits) هو 11000000 ، بعد تطبيق النبضة الأولى أصبح محتواه 11100000 . ما هو عدد النبضات اللازمة حتى يصبح محتواه 00000011 :

☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 الإجابة : 12 نبضة

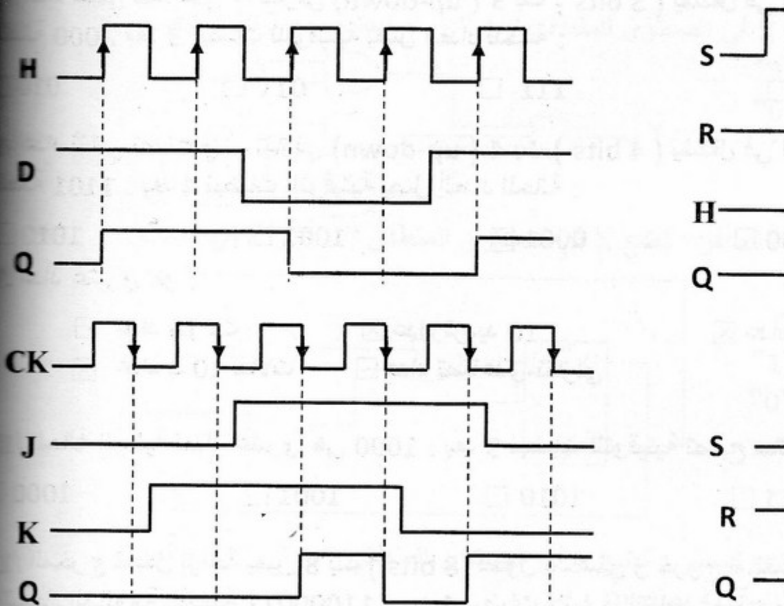
16/ يمثل التصميم التالي عداد جونسون 4 بت (4 bits) :

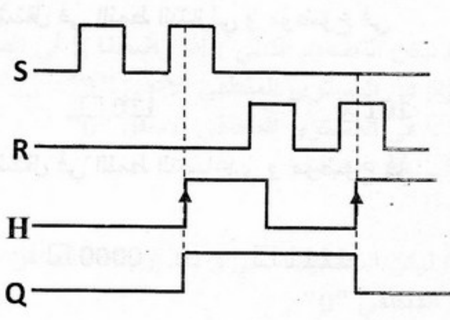
☐ صحيح ☒ خطأ

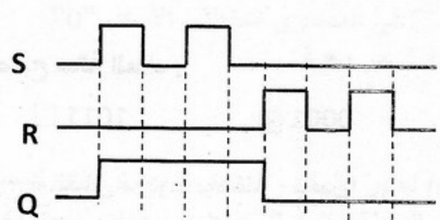
17/ يمكن استعمال سجل إزاحة دخول تسلسلي- خروج تفرعي كسجل إزاحة دخول تسلسلي- خروج تسلسلي و ذلك بأخذ المخرج التسلسلي من القلاب LSB .

☒ صحيح ☐ خطأ

تمرين 01 ص 40 : رسم المخرج Q للقلابات التالية

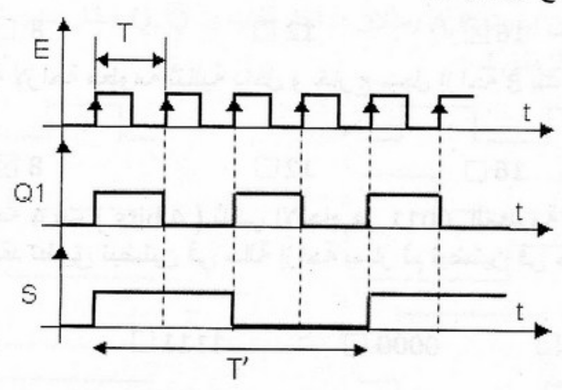






تمرين 02 ص 40 :

1) المخطط الزمني للمخارج Q_1 و S :



2) حساب الدور T' : $T' = 4 . T$

3) الهدف من التصميم : $f' = \frac{f}{4}$ ⇦ $T' = 4 . T$ التصميم عبارة عن قاسم التواتر على 4

تمرين 3 ص 40 :

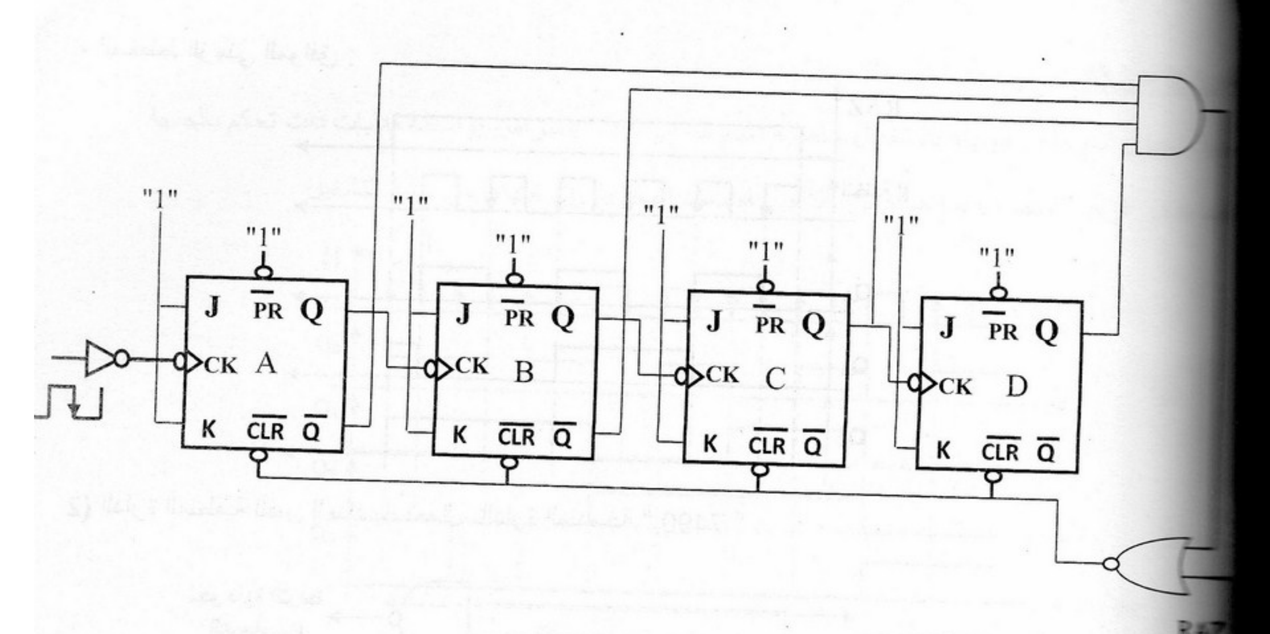
1) نوع القلاب المستعمل : $\overline{R}\,\overline{S}$

2) دور القلاب المستعمل : دارة ضد الارتداد أي حذف الارتدادات الناتجة عن الملمس K

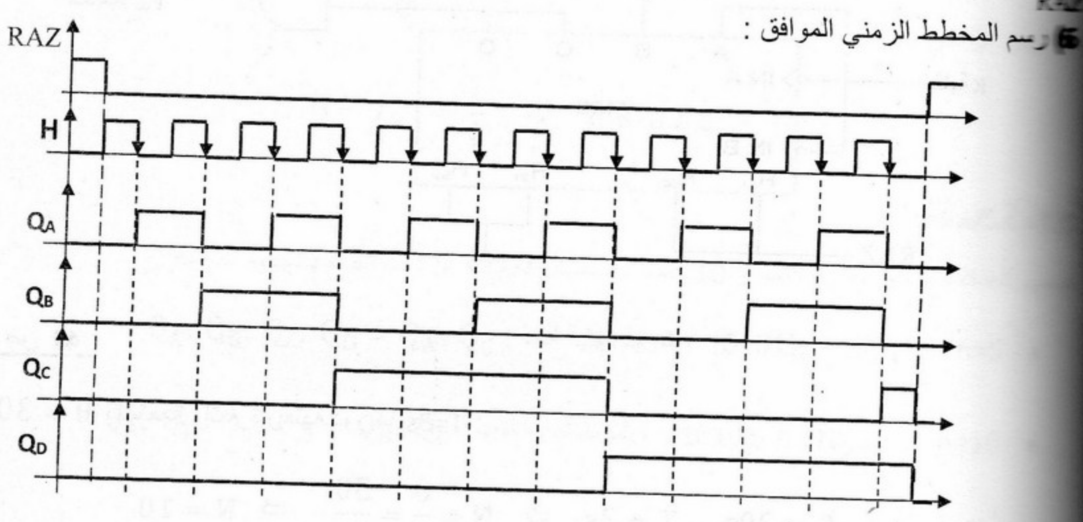
3) المعادلة T (H) : $T = H = \overline{Q} = \overline{S} + R.Q$

4) المعادلة R : $R = RAZ + \overline{Q}_A\,\overline{Q}_B\,Q_C Q_D$

5) رسم دارة العداد باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة :

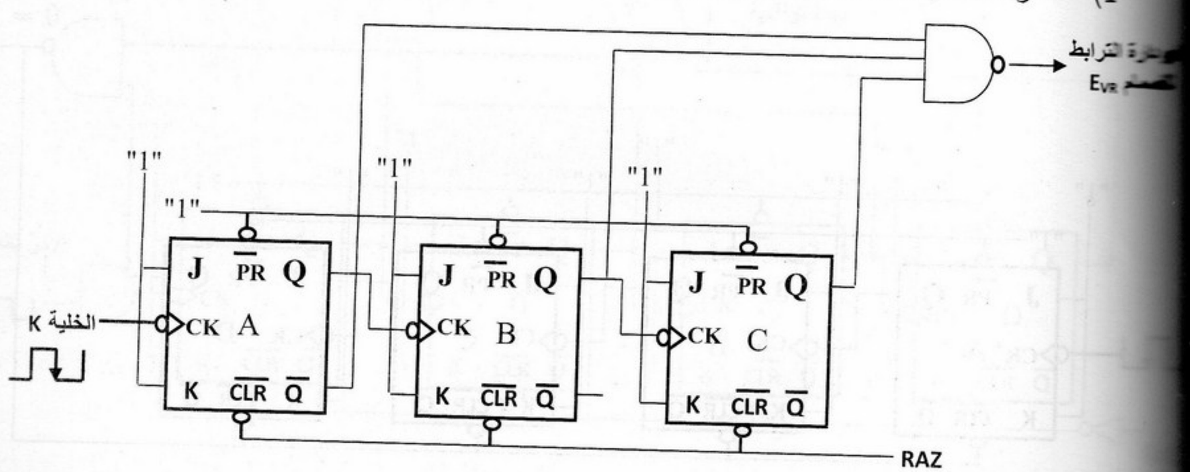


6) رسم المخطط الزمني الموافق :

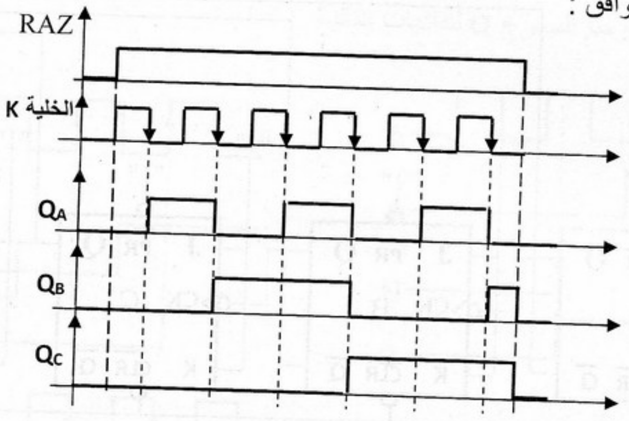


تمرين 4 ص 41 :

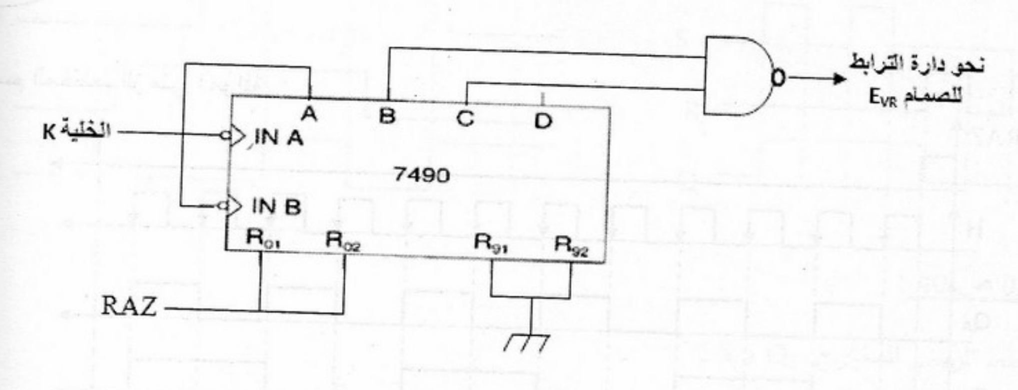
1) - الدارة المنطقية لعداد لامتزامن ترديد 6 باستعمال قلابات JK " 74112 " (تحكم بالجبهة النازلة) :



- المخطط الزمني الموافق :



2) الدارة المنطقية لنفس العداد باستعمال الدارة المندمجة " 7490 " :

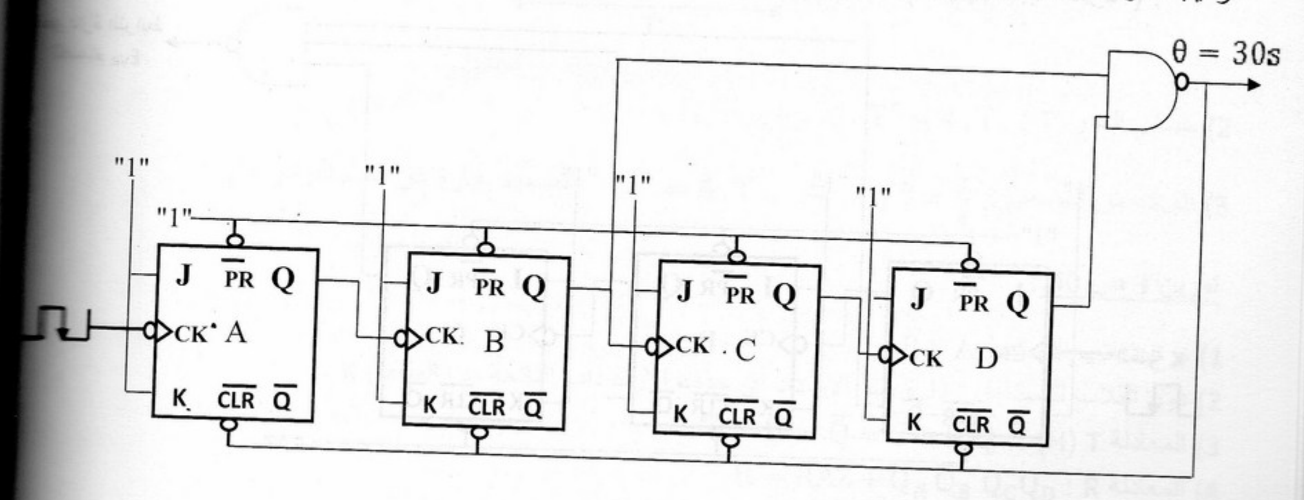


تمرين 5 ص 41 :

مؤجلة $\theta = 30s$ باستعمال إشارة زمنية دورها T=3s :

$$\theta = 30s \;\; , \;\; T = 3s \;\; \Rightarrow \;\; N = \frac{\theta}{T} = \frac{30}{3} \;\; \Rightarrow \;\; N = 10$$

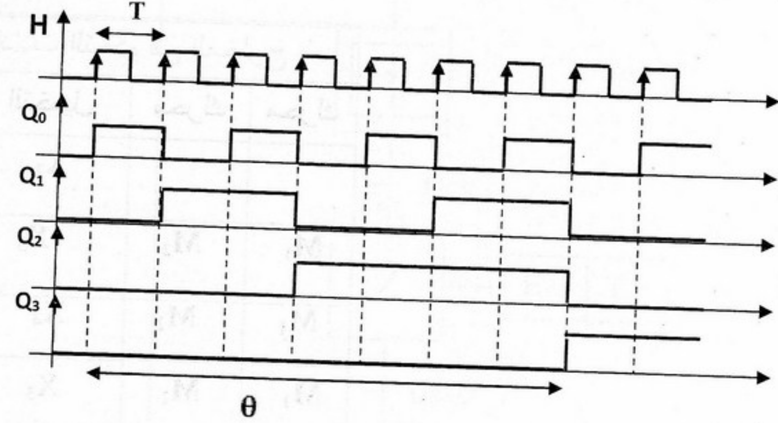
تركيب المؤجلة بعداد ترديد 10 باستعمال قلابات JK تحكم بالجبهة النازلة :



تمرين 6 ص 41 :

تصميما تشغيل المؤجلة : مؤجلة باستغلال خاصية قاسم التواتر لعداد لامتزامن بواسطة قلابات ذات تحكم بالجبهة

الصاعدة و الزمن المطلوب هنا هو زمن التأجيل لصعود المخرج Q_3 ابتداءا من بداية التشغيل



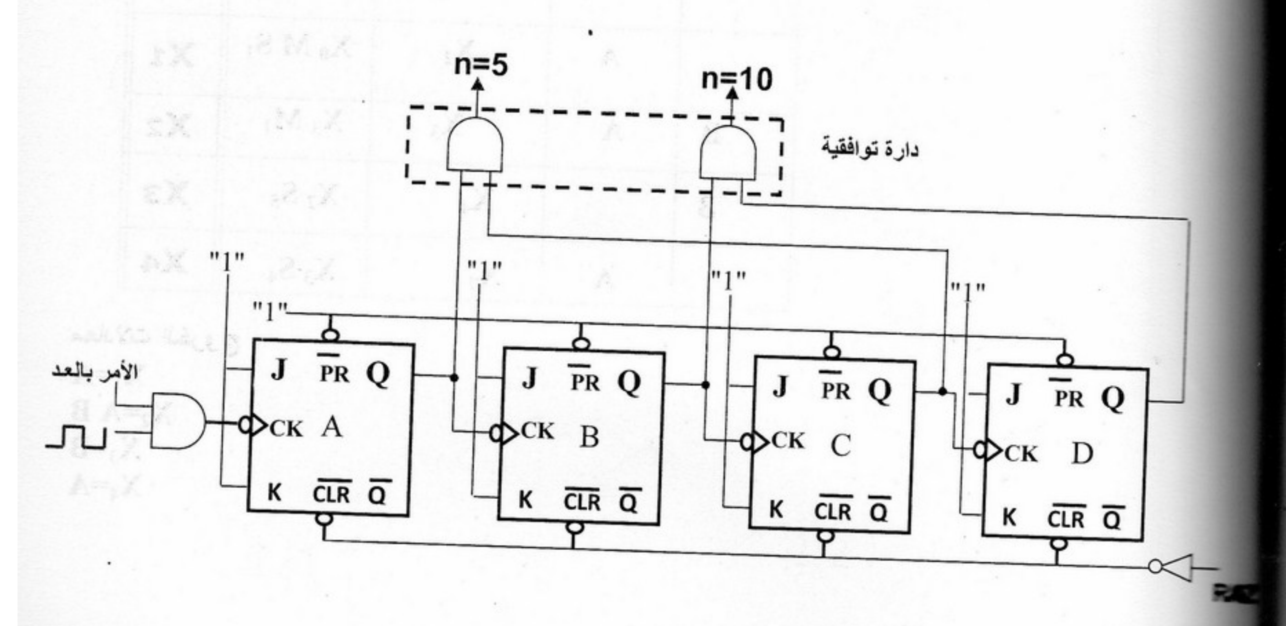
من البيان الزمني نجد :

$$\theta = 7 \, . \mathrm{T} = \frac{7}{\mathrm{f}} \quad \Rightarrow \quad \theta = 3{,}5 \text{ s}$$

تمرين 7 ص 42 :

تصميم العداد الموافق لعد 5 علب و 10 علب باستعمال قلابات JK ذات تحكم بالجبهة النازلة :

- n=5 : $(0101)_2 = (5)_{10}$ ، شرط نهاية العد : $Q_A . \overline{Q}_B . Q_C . \overline{Q}_D = Q_A . Q_C$
- n=10 : $(1010)_2 = (10)_{10}$ ، شرط نهاية العد : $\overline{Q}_A . Q_B . \overline{Q}_C . Q_D = Q_B . Q_D$



نشاط 01 ص64

المراحل	معادلات التحكم في المخارج			
	التنشيط	التخميل	محرك	محرك
X_1	X_4 a	X_2		
X_2	X_1P a dcy	X_3	M_2	M_1
X_3	X_2 b	X_4	M_2	M_1
X_4	X_3 c	X_5	M_2	M_1

معادلات الخروج

$X_2=M_1 M_2$

$X_3=M_1 M_2$

$X_4=M_1 M_2$

نشاط 02 ص65

المراحل	معادلات التحكم في المخارج			
	منشط	مخمل	الرافعة A	الرافعة B
X_0	X_4 S_1	X_1		
X_1	X_0 M S_1	X_2	A	
X_2	X_3 M_1	X_3	A	B
X_3	X_2 S_5	X_4		B
X_4	X_3 S_4	X_0	A	

معادلات الخروج

$X_1=A$

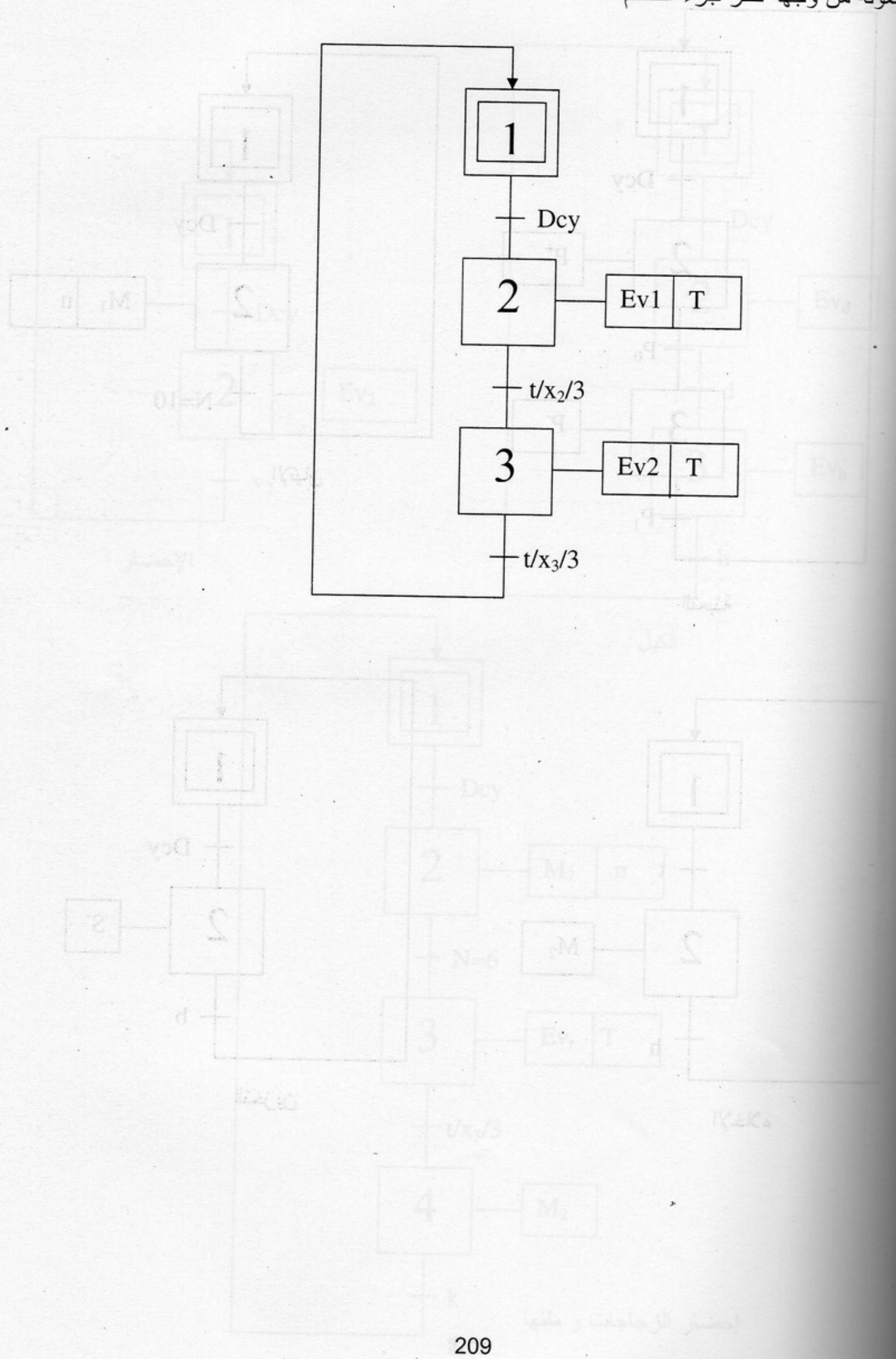
$X_2=A\ B$

$X_3=B$

$X_4=A$

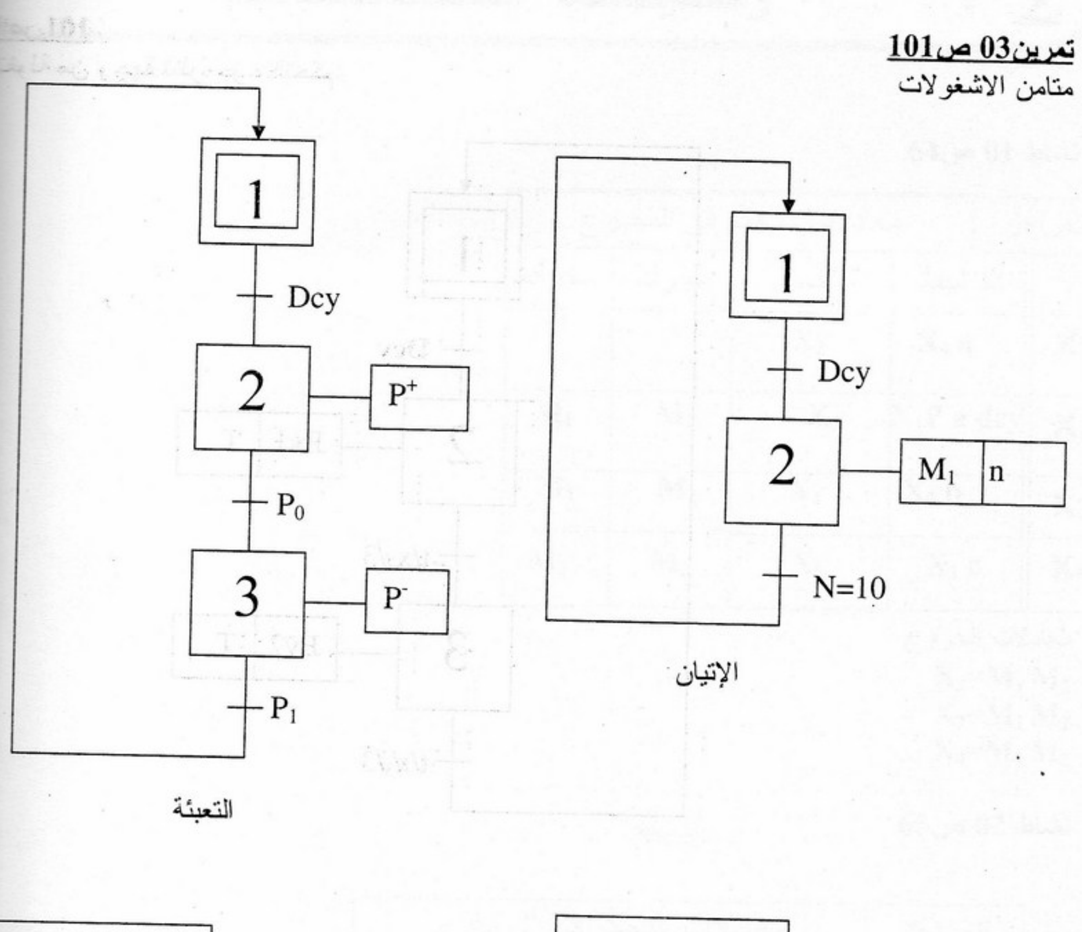
:02 ص101

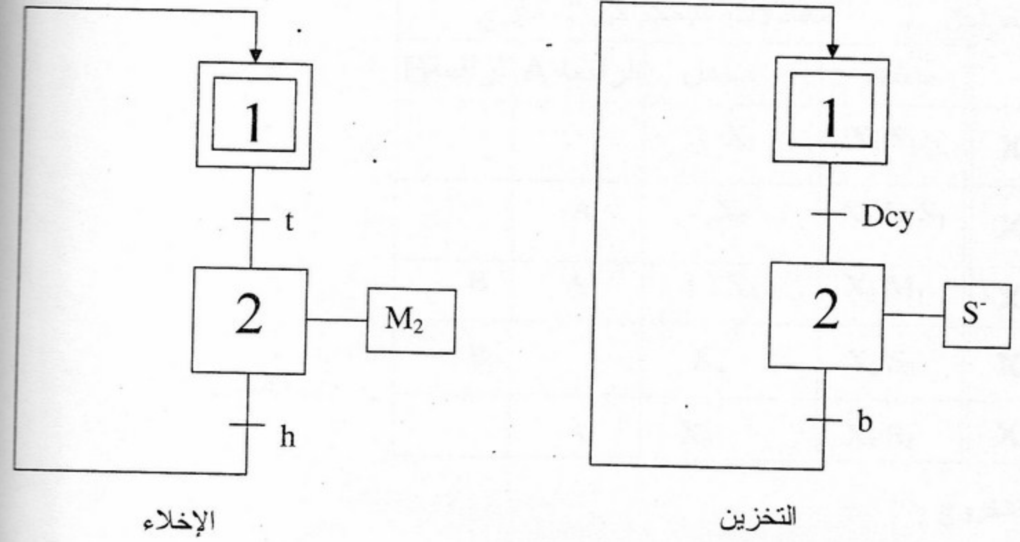
الاشغولة من وجهة نظر جزء التحكم

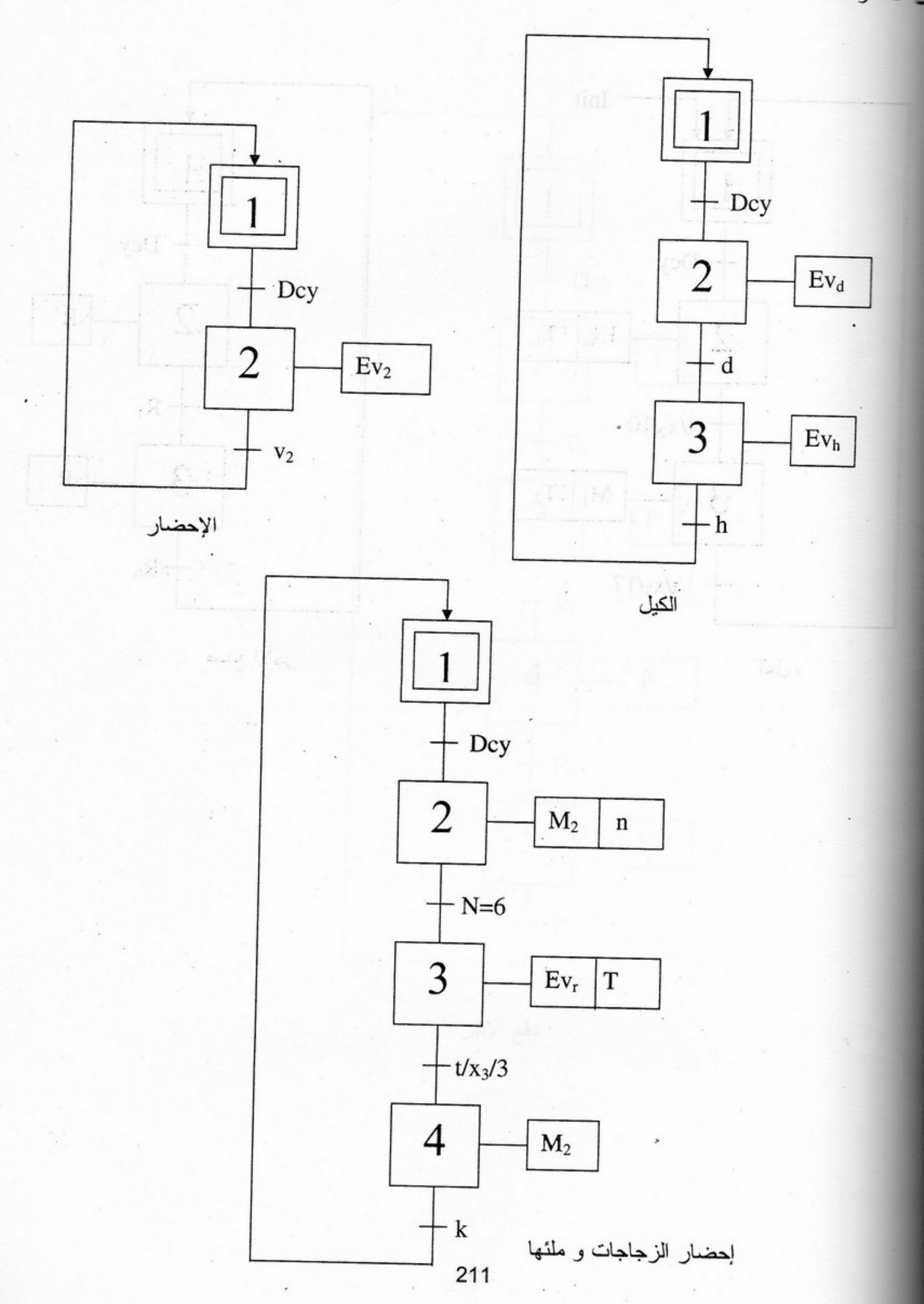


تمرين03 ص101

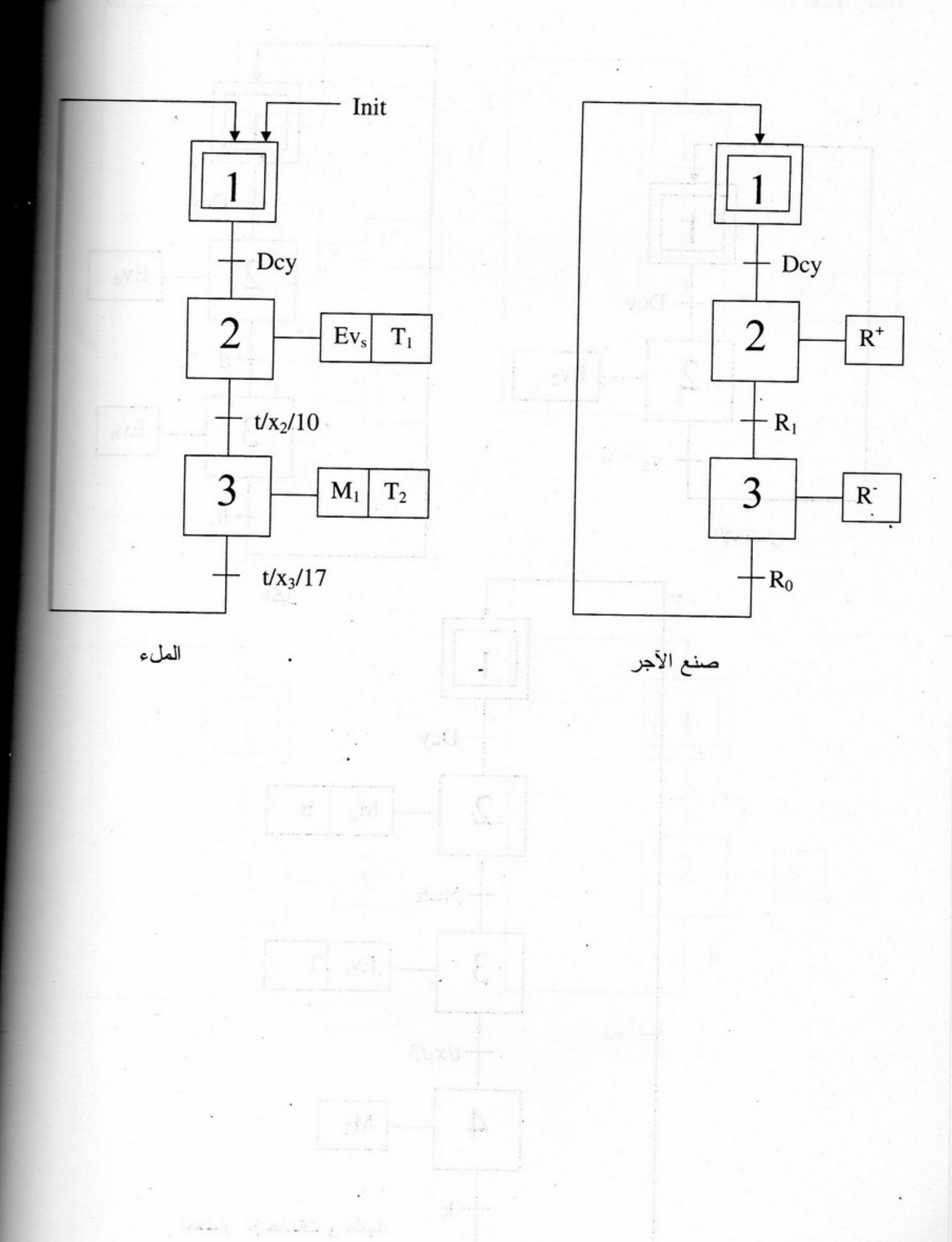
متامن الاشغولات





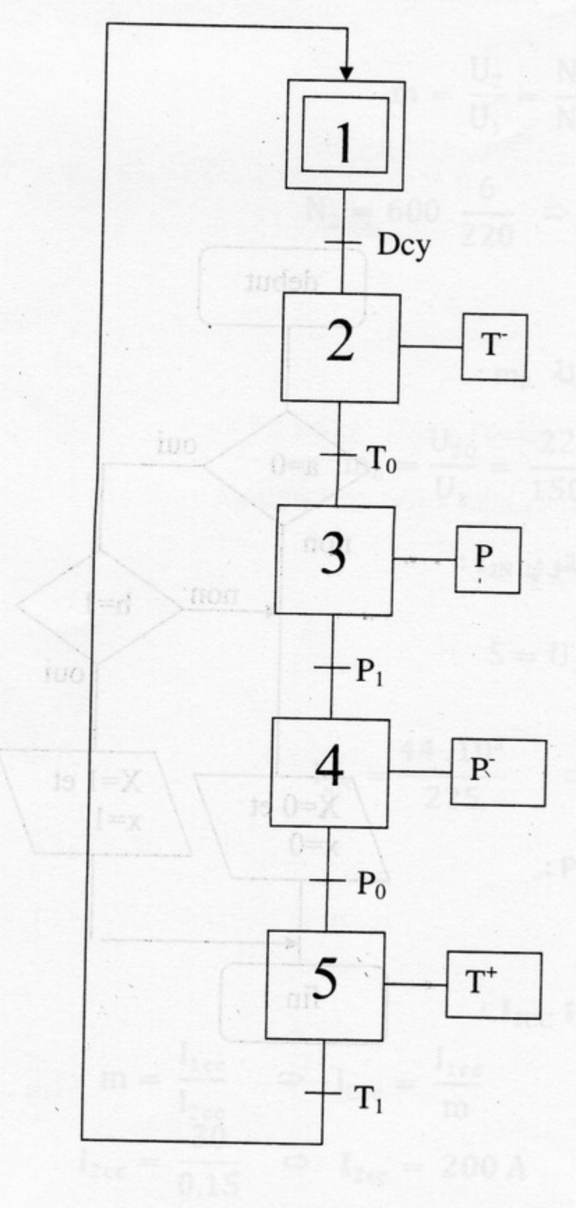

1
Dcy
2
Ev_2
v_2
الإحضار
1
Dcy
2
Ev_d
d
3
Ev_h
h
الكيل
1
Dcy
2
M_2
n
N=6
3
Ev_r
T
$t/x_3/3$
4
M_2
k
إحضار الزجاجات و ملئها

تمرين05 ص103



الملء

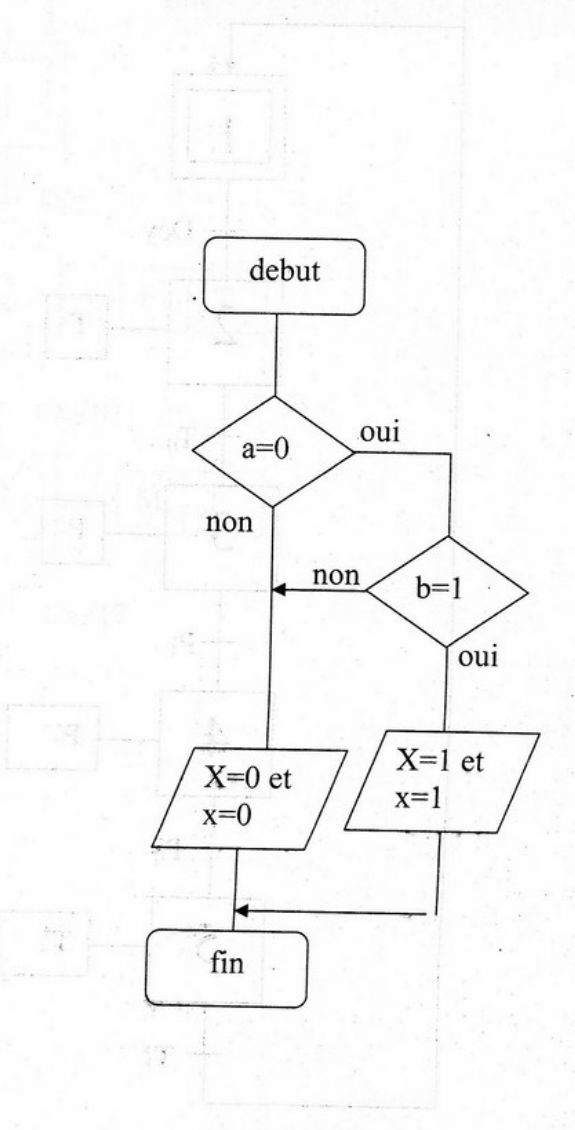
صنع الآجر



دفع الآجر

نشاط01 ص113

الخوارزمية



تمرين ص 122 :

حساب عدد لفات الثانوي :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = N_1 . \frac{U_2}{U_1}$$

$$N_2 = 600 . \frac{6}{220} \Rightarrow \mathbf{N_2 = 16,363 = 17}$$

تمرين 01 ص 129 :

1 نسبة التحويل بدون حمولة m_0 :

$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{225}{1500} \Rightarrow \mathbf{m_0 = 0,15}$$

2 القيمة الاسمية للتيار الثانوي I_{2N} :

$$S = U_2 . I_{2N} \Rightarrow I_{2N} = \frac{S}{U_2}$$

$$I_{2N} = \frac{44 . 10^3}{225} \Rightarrow \mathbf{I_{2N} = 195,55\ A}$$

3 الضياعات في الحديد P_f :

$$P_f = \mathbf{P_{10} = 300\ W}$$

4 قيمة التيار بدارة قصيرة I_{2CC} :

$$m = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}} \Rightarrow I_{2cc} = \frac{I_{1cc}}{m}$$

$$I_{2cc} = \frac{30}{0,15} \Rightarrow \mathbf{I_{2cc} = 200\ A}$$

5 الضياعات في النحاس P_j :

$$\mathbf{P_j = P_{1cc} = 225\ W}$$

6 الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة P_2 :

$$P_2 = U_2 . I_2 . \cos\varphi_2 \Rightarrow P_2 = 221 . 200\ 0,8$$

$$P_2 = 35360\ W = 35,36\ KW$$

7) الاستطاعة الممتصة من طرف الأولي P_1 :

$$P_1 = P_2 + P_j + P_f \Rightarrow P_1 = 35360 + 225 + 300$$

$$P_1 = 35885\ W = 35,885\ KW$$

8) مردود المحول :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \eta = \frac{35,36}{35,885} = 0,985 \Rightarrow \eta = 98,5\ \%$$

تمرين 02 ص 129 :

1) شرح الاستعلامات :

380 V : التوتر الأولي الاسمي / **24 V** : التوتر الثانوي الاسمي

50 Hz : تواتر الشبكة / **800 VA** : الاستطاعة الظاهرية الاسمية

2) * نسبة التحويل m :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{24}{380} \Rightarrow m = 0,063$$

* عدد لفات الثانوي N_2 :

$$m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = m\,.N_1 \Rightarrow N_2 = 0,063\,.5146$$

$$N_2 = 325\ spires$$

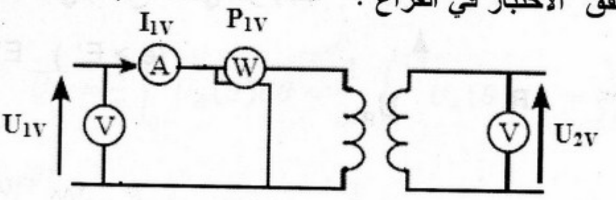
3) حساب التيارات الاسمية I_{1N} , I_{2N} :

$$S = U_1\,.I_{1N} = U_2\,.I_{2N}$$

$$I_{1N} = \frac{S}{U_1} = \frac{800}{380} \Rightarrow I_{1N} = 2,1\ A$$

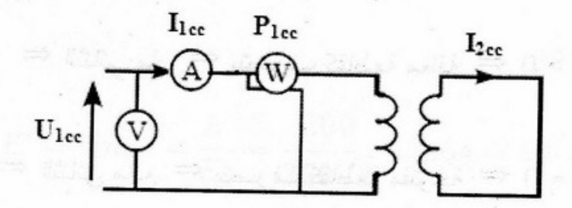
$$I_{2N} = \frac{S}{U_2} = \frac{800}{24} \Rightarrow I_{1N} = 33,33\ A$$

4- رسم التركيب الذي يحقق الاختبار في الفراغ :



P_{1V}=100 W : تمثل الضياعات في الحديد P_f

5- رسم التركيب الذي يحقق الاختبار بدارة قصيرة :



P_{1cc}=300 W : تمثل الضياعات في النحاس (بمفعول جول) P_j

حساب التيار الثانوي بدارة قصيرة I_{2cc} :

$$m = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}} \Rightarrow I_{2cc} = \frac{I_{1cc}}{m}$$

$$I_{2cc} = \frac{2,1}{0,063} \Rightarrow \mathbf{I_{2cc} = 33,33\ A}$$

6- حساب مردود المحول :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_j + P_f}$$

$$\eta = \frac{1,8\,.10^3}{1,8\,.10^3 + 300 + 100} \Rightarrow \mathbf{\eta = 0,818 = 81,8\ \%}$$

تمرين 03 ص130 :

1- رسم إشارة e(θ) مع θ=ωt

D

V_{AK} R U_R

E'

2- شرح مبدأ عمل التركيب : لكي يصبح الثنائي مار يجب أن يكون التوتر e أكبر من 'E ($e > E'$)

بتطبيق قانون العروات :

$$e = v_{AK} + u_R + E' = v_{AK} + Ri + E'$$

($0 < \theta < \theta 1$): $e < E'$ ⇐ الثنائي مانع ⇐ يتصرف كقاطعة مفتوحة ⇐ $i = 0$ ⇐ $u_R = R \cdot i = 0$

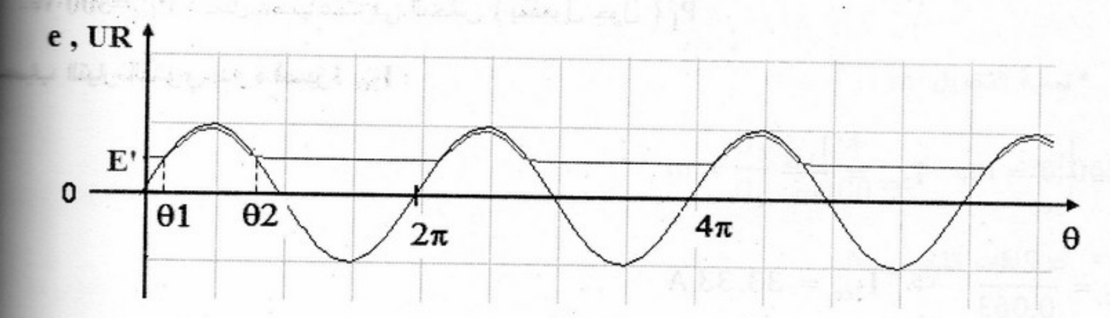
⇐ $v_{AK} = e - E'$

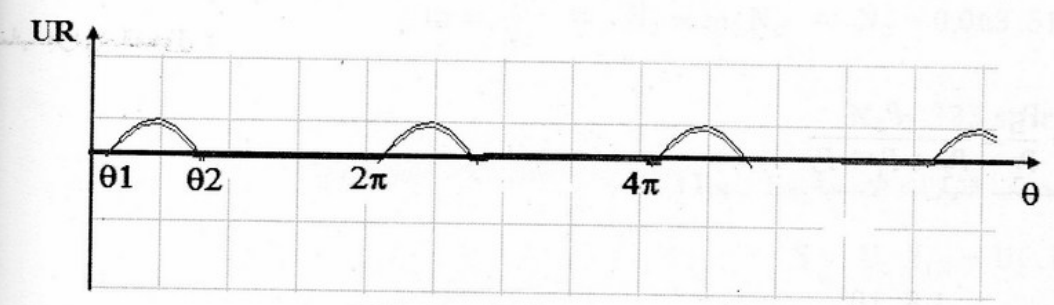
($\theta 1 < \theta < \theta 2$): $e > E'$ ⇐ الثنائي مار ⇐ يتصرف كقاطعة مغلقة ⇐ $i > 0$ ⇐ $v_{AK} = 0$

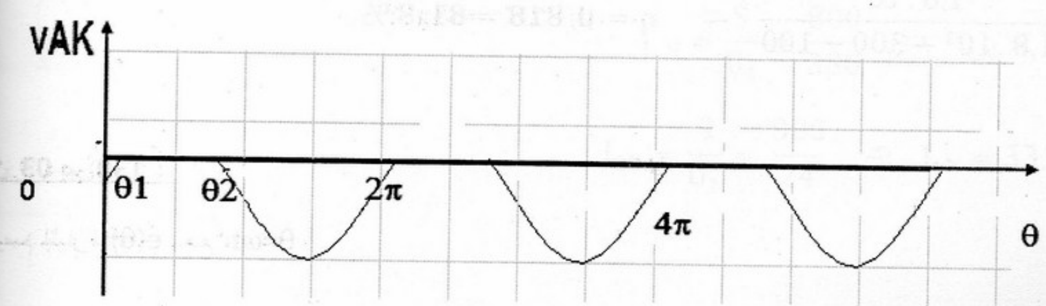
⇐ $u_R = e - E' = R.i$

($\theta 2 < \theta < 2\pi$): $u < E$ ⇐ الثنائي مانع ⇐ يتصرف كقاطعة مفتوحة ⇐ $i = 0$ ⇐ $u_R = 0$

⇐ $v_{AK} = e - E'$







4 – حساب القيمة المتوسطة لـــ U_R :

$$\overline{U_R} = \frac{1}{T}\int_0^T U_R(\theta)d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} U_R(\theta)d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e(\theta) - E' \, d\theta$$

$$\overline{U_R} = \frac{1}{2\pi}\int_{\theta 1}^{\theta 2} (E_M \sin\theta - E')d\theta = \frac{1}{2\pi}[E_M(\cos\theta 1 - \cos\theta 2) + E'(\theta 1 - \theta 2)]$$

$$\overline{I_R} = \frac{\overline{U_R}}{R} = \frac{1}{2\pi R}\int_{\theta 1}^{\theta 2} (E_M \sin\theta - E')d\theta = \frac{1}{2\pi}[E_M(\cos\theta 1 - \cos\theta 2) + E'(\theta 1 - \theta 2)]$$

حساب θ1 و θ2 :

لما θ=θ1 لدينا e(θ1)=E′

$$E_M \sin\theta 1 = E' \Rightarrow \sin\theta 1 = \frac{E'}{E_M} = \frac{200}{220\sqrt{2}} = 0.64 \Rightarrow \theta 1 = 40° \Rightarrow \theta 1 = 0.7\, rad$$

$$\theta 2 = \pi - \theta 1 \Rightarrow \theta 2 = 2.44\, rad$$

$$\overline{U_R} = \frac{1}{2\pi}\left[220\sqrt{2}(\cos 0.7 - \cos 2.44) + 200(0.7 - 2.44)\right] = 20.48\, volts$$

$$\overline{I_R} = \frac{\overline{U_R}}{R} = \frac{20.48}{10} = 2.048A$$

تمرين 04 ص 130 :

1–شرح مبدأ عمل التركيب :

θ=ωt

θ0 : زاوية القدح

V_{AK} Th A K G R U_R V

$$0 \le \theta \le \theta 0 \Rightarrow i_G = 0, v > 0,$$

$$Th\ \text{موقف} \Rightarrow i = 0, V_{AK} = v \Rightarrow U_R = 0$$

$$\theta 0 \le \theta \le \pi \Rightarrow i_G \ne 0, v > 0,$$

$$Th\ \text{مشبع} \Rightarrow i \ne 0, u = v = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

$$\pi \le \theta \le 2\pi \Rightarrow v < 0,$$

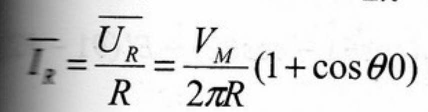
$$Th\ \text{مشبع} \Rightarrow i \ne 0, U_R = v = Ri \Rightarrow v_{AK} = 0$$

2- رسم إشارات أنظر الشكل الموالي

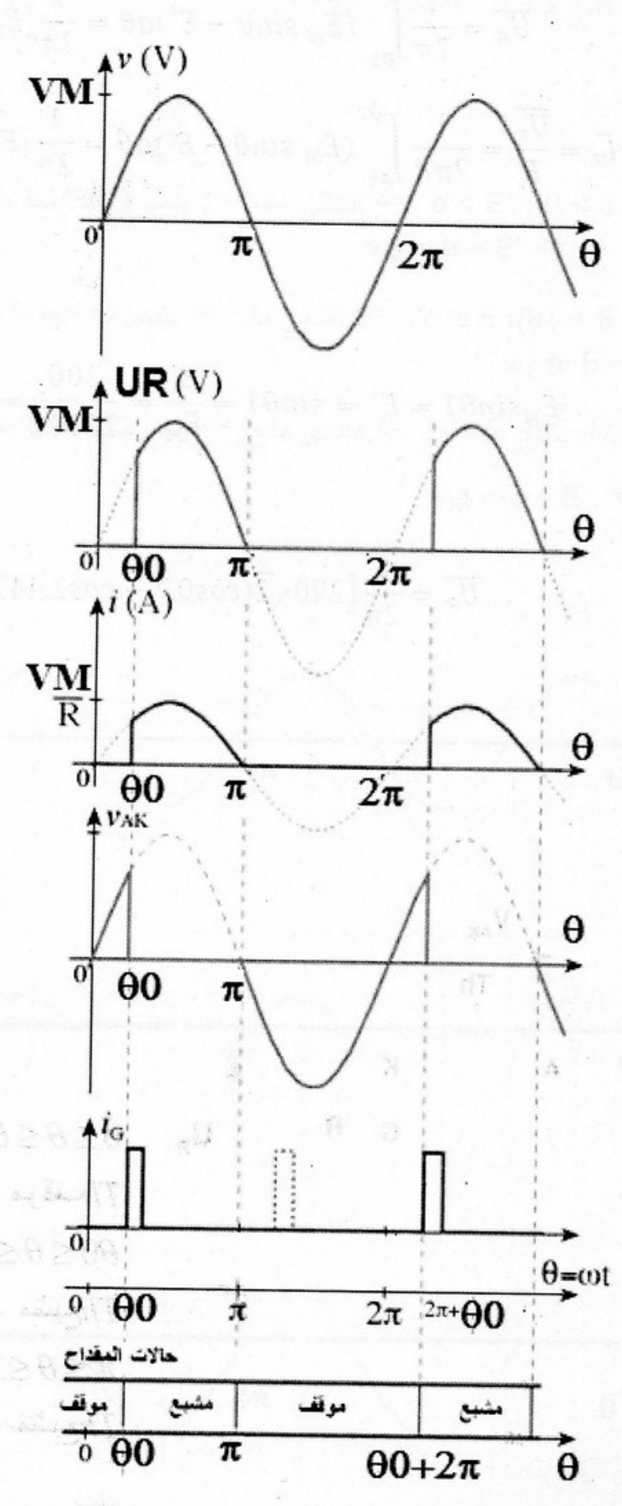
3- حساب القيمة المتوسطة لــ U_R :

$$\overline{U_R} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} U_R(\theta)d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_{\theta 0}^{\pi} V_M \sin\theta d\theta$$

$$\overline{U_R} = \frac{V_M}{2\pi}(-\cos\theta)_{\theta 0}^{\pi} = \frac{V_M}{2\pi}(1+\cos\theta 0)$$



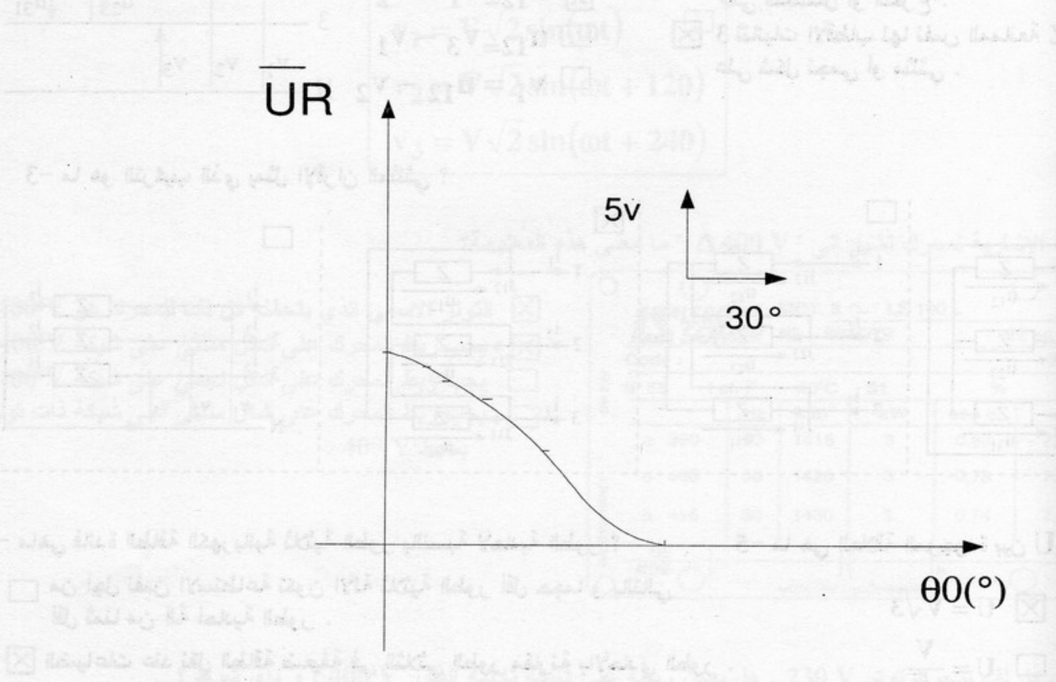
$$\overline{I_R} = \frac{\overline{U_R}}{R} = \frac{V_M}{2\pi R}(1+\cos\theta 0)$$



تطبيق عددي :

$\theta_0(°)$	0	30	45	60	90
$\overline{U_R}(v)$	10.8	10.07	9.21	8.1	5.4

4- رسم منحنى $\overline{U_R} = f(\theta 0)$





التيار المتناوب ثلاثي الطور

اختبر معلوماتك

1- ما هي العلاقة الموجودة بين التوترات البسيطة و التوترات المركبة ؟

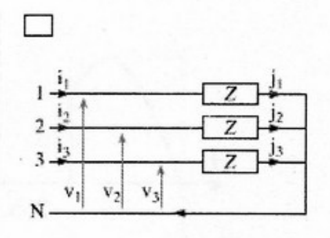
- ☐ $u_{12}=v_1+v_2$
- ☒ $u_{12}=v_1-v_2$
- ☐ $u_{12}=v_3-v_1$
- ☐ $v_1=u_{12}-v_2$

2- تتكون حمولة ثلاثية الطور متوازنة من :

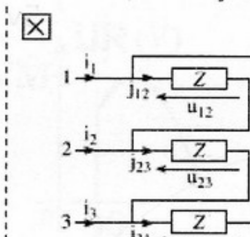
- ☐ 3 مقاومات من نفس القيمة ؟
- ☐ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على التسلسل أو التفرع .
- ☒ 3 ثنائيات الأقطاب لها نفس الممانعة Z و مركبة على شكل نجمي أو مثلثي .

3- ما هو التركيب الذي يمثل الإقران المثلثي ؟

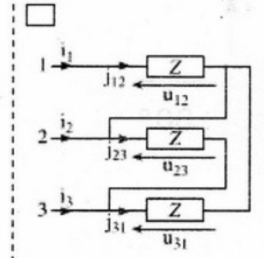
☐



☒



☐



☐

4- ماهي فائدة الطاقة الكهربائية ثلاثية الطور بالنسبة لأحادية الطور ؟

- ☐ من أجل نفس الاستطاعة تكون الآلة ثلاثية الطور أقل حجما و بالتالي أقل ثمنا من آلة أحادية الطور .
- ☒ الضياعات عند نقل الطاقة ضعيفة في الثلاثي الطور مقارنة بالأحادي الطور .
- ☐ لأن الطاقة الكهربائية تنقل في الأحادي الطور .
- ☐ لا توجد إيجابية و لا سلبية .

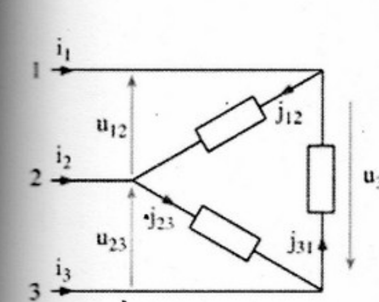
5- ما هي العلاقة الموجودة بين U و V ؟

- ☒ $U=V\sqrt{3}$
- ☐ $U=\dfrac{V}{\sqrt{3}}$
- ☐ $U=3V$
- ☐ $V=\dfrac{U}{\sqrt{2}}$

6- ماهو التوتر البسيط لشبكة ثلاثية الطور 660 V ؟

- ☒ 380 V
- ☐ 660 V
- ☐ 468 V
- ☐ 1140 V

7- تيار الخط لهذه الحمولة ثلاثية الطورهو : I= 10 A فما هي القيمة الفعالة للتيار J في كل لف ؟



- ☐ $J=I=10A$
- ☒ $J=\dfrac{I}{\sqrt{3}}=5{,}77A$
- ☐ $J=I\sqrt{3}=17{,}32A$
- ☐ $J=\dfrac{I}{\sqrt{2}}=7{,}07A$

8- المعادلات اللحظية للتوترات البسيطة هي :

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

☒
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{3}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$
$$v_3 = V\sqrt{3}\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

☐
$$v_1 = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$
$$v_2 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 120)$$
$$v_3 = V\sqrt{2}\sin(\omega t + 240)$$

9- اللوحة الإشارية لمحرك تشير إلى " Δ 400 V " ما معنى هذه المعلومة؟

LEROY SOMER — MOT. 3 ~ LS 100 L
N° 8945/79 — 22 kg
Code : — T.

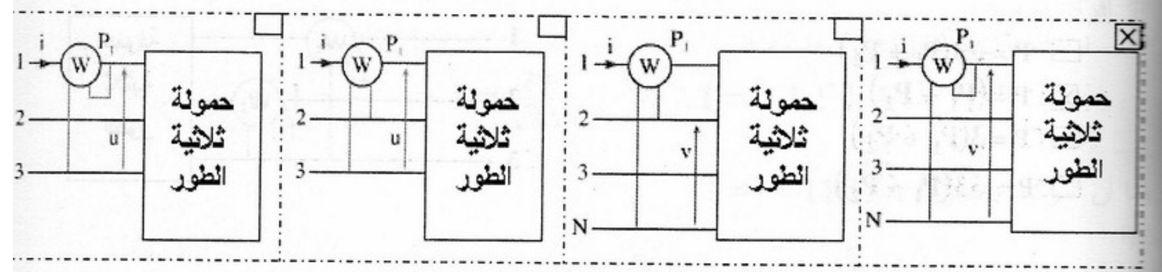
IP 55	I cl. F	40ºC	S1	%	c/h
	Hz	min⁻¹	kW	cos φ	A
Δ 380	50	1415	3	0,83	7,1
Δ 400	50	1420	3	0,78	7,2
Δ 415	50	1430	3	0,74	7,3

DM 1502 — MADE IN FRANCE — DE — NDE — g — h — I E C 34-1 (87)
MOTEURS LEROY-SOMER

☒ التوتر الاسمي الذي يتحمله كل لف للمحرك هو 400 V .
☒ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة 400 V .
☐ يجب ربط المحرك على شكل نجمي على شبكة 400 V .
☐ يجب ربط المحرك على شكل مثلثي على شبكة ذات توتر بسيط 400 V .

10- يتحمل كل لف لمحرك توتر 230 V . هل يمكن ربطه على شبكة ثلاثية الطور 400 V ؟ و بأي شرط ؟
☐ لا يمكن لأن هذه الشبكة لا تناسب المحرك .
☐ ممكن إذا كان مربوطا على شكل مثلثي .
☒ ممكن إذا كان مربوطا على شكل نجمي .

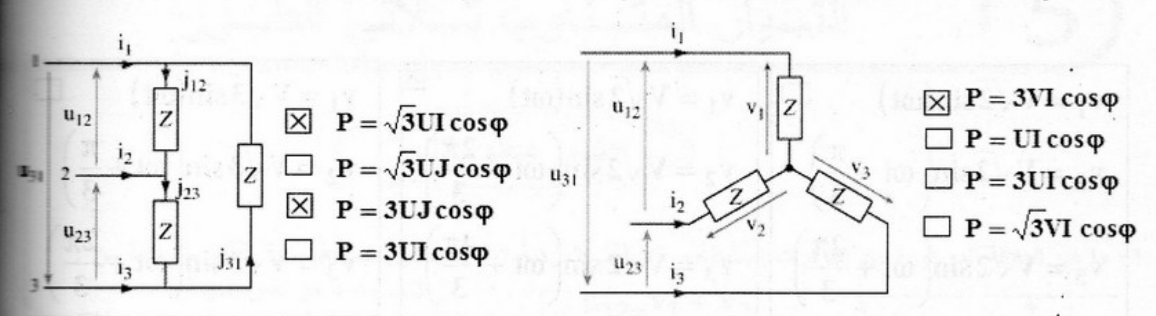
11- نريد قياس الاستطاعة الممتصة من طرف حمولة ثلاثية الطور بواسطة واطمتر واحد أحادي الطور. ما هو التركيب الموافق ؟



12- لقياس الاستطاعة في السؤال السابق ، ما هي العلاقة بين الاستطاعة الممتصة من طرف الحمولة و الاستطاعة المشار إليها بالواطمتر ؟.

☐ $P = \sqrt{3}P_1$ ☒ $P = 3P_1$ ☐ $P = P_1$ ☐ $P = \sqrt{2}P_1$

13- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟ 15- ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف التركيب الموالي ؟



☒ $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$
☐ $P = \sqrt{3}UJ\cos\varphi$
☒ $P = 3UJ\cos\varphi$
☐ $P = 3UI\cos\varphi$

☒ $P = 3VI\cos\varphi$
☐ $P = UI\cos\varphi$
☐ $P = 3UI\cos\varphi$
☐ $P = \sqrt{3}VI\cos\varphi$

14- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب النجمي السابق هي الزاوية بين :

☐ $(\vec{I_1}, \vec{U_{12}})$ ☒ $(\vec{I_1}, \vec{V_1})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{V_1})$

- زاوية فرق الطور لحمولة ثلاثية الطور الموافقة للتركيب المثلثي السابق هي الزاوية بين :

☐ $(\vec{I_1}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{I_1}, \vec{V_1})$ ☒ $(\vec{J_{12}}, \vec{U_{12}})$ ☐ $(\vec{J_{12}}, \vec{V_1})$

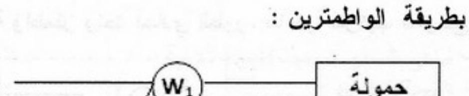
15- حمولة مربوطة نجميا على شبكة ثلاثية الطور 400 V تمتص 1000 W ، ما هي الاستطاعة الممتصة من طرف نفس الحمولة في حالة ربطها على شكل مثلثي على نفس الشبكة ؟

☐ 333 W ☐ 577 W ☐ 1732 W ☒ 3000 W

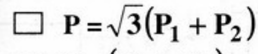
16-الاستطاعة المقاسة لثنائي قطب من التركيب النجمي السابق هي 276 W , فما هي الاستطاعة الكلية الممتصة من طرف التركيب ؟

☐ 478 W ☒ 828 W ☐ 21 MW ☐ 159 W

17- أكمل التركيب التالي لقياس الاستطاعة في الثلاثي ثلاثية الطور بطريقة الواطمترين :



18- الاستطاعة الفعالة الكلية الممتصة من طرف حمولة بطريقة الواطمترين هي :



☐ $P = \sqrt{3}(P_1 + P_2)$
☒ $P = (P_1 + P_2)$
☐ $P = 3(P_1 + P_2)$
☐ $P = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$

تمرين 01 ص 141 :

1) – حساب شدة التيار في كل وشيعة :

$$U = Z.J \quad \Rightarrow \quad J = \frac{U}{Z}$$

حساب Z :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \quad \Rightarrow \quad Z = \sqrt{R^2 + (L.2.\pi.f)^2}$$

$$Z = \sqrt{10^2 + (1.2.3{,}14.50)^2} = 314{,}16\ \Omega$$

$$J = \frac{U}{Z} \quad \Rightarrow \quad J = \frac{230}{314{,}16} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{J = 0{,}73\ A}$$

– حساب شدة تيار الخط :

$$I = \sqrt{3}.J \quad \Rightarrow \quad I = 1{,}73\ .0{,}73 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I = 1{,}26\ A}$$

2) – حساب الاستطاعة الفعالة الكلية :

$$P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi \quad \Rightarrow \quad P=1{,}73\ .\ 230\ .\ 1{,}26\ .\ 0{,}85$$

P=426,15 W=0,43 KW

– حساب الاستطاعة الارتكاسية :

$$Q = P.tg\varphi \quad \Rightarrow \quad Q= 426{,}15\ .\ 0{,}62$$

Q=264,21 VAR=0,26 KVAR

– حساب الاستطاعة الظاهرية :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{0{,}43^2 + 0{,}26^2} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{S = 0{,}5\ KVA}$$

تمرين 02 ص 141 :

⇨ **إقران نجمي :**

– حساب شدة التيار المار في المقاومة :

$$I = \frac{V}{R} \quad \Rightarrow I = \frac{200}{\sqrt{3}.10} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I = 11{,}54\ A}$$

بما أن التركيب نجمي : **I = J = 11,54 A**

– حساب الاستطاعة الفعالة P : $P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$

الحمولة عبارة عن مقاومة : $\cos\varphi = 1$

$$P = 1{,}73\ .200\ .11{,}54 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P = 3992{,}84\ W \simeq 4\ W}$$

⇦ **إقران مثلثي :**

– حساب شدة التيار المار في المقاومة :

$$U = R.J \quad ⇨ \quad J = \frac{U}{R} \quad ⇨ J = \frac{200}{10} = 20 \quad ⇨ \quad \mathbf{J = 20\,A}$$

– حساب تيار الخط :

$$I = \sqrt{3}.J \quad ⇨ \quad I = 1{,}73.20 \quad ⇨ \quad \mathbf{I = 34{,}6\,A}$$

– حساب الاستطاعة الفعالة P : $P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$

$$P = 1{,}73.200.34{,}6 \quad ⇨ \quad \mathbf{P = 11971{,}6\ W \simeq 12\ KW}$$

الاستنتاج :

نستنتج أن التيار و الاستطاعة الممتصان في حالة إقران **مثلثي** تساوي ثلاث (3) مرات التيار و الاستطاعة الممتصان في حالة إقران **نجمي** .

تمرين 04 ص 141 :

– حساب تيار الخط : $(\cos\varphi = 1)$

• الطريقة الأولى : الاستطاعة الفعالة الممتصة الكلية : $P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$

$$⇨ \quad I = \frac{P}{\sqrt{3}.U} \quad ⇨ \quad I = \frac{12.100}{1{,}73.200} \quad ⇨ \quad \mathbf{I = 3{,}46\,A}$$

• الطريقة الثانية : الاستطاعة الفعالة الممتصة في طور واحد : $P_1 = V.I$

$$⇨ \quad I = \frac{P_1}{V} \quad ⇨ \quad I = \frac{100.4}{115} \quad ⇨ \quad \mathbf{I = 3{,}46\,A}$$

– حساب عدد المصابيح n :

الاستطاعة الممتصة : P=1200 W

$$P = n.60 \quad ⇨ \quad n = \frac{P}{60} = \frac{1200}{60} \quad ⇨ \quad \mathbf{n = 20}$$

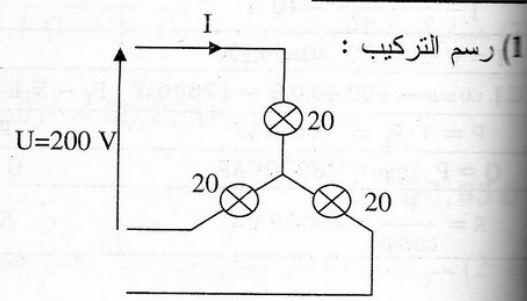
عدد المصابيح الواجب تركيبها لامتصاص نفس الاستطاعة هو 20 .

– حساب تيار الخط :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}.U} \Rightarrow I = \frac{20.60}{1,73.200} \Rightarrow \mathbf{I = 3,46\ A}$$

تمرين 05 ص 142 :

1) رسم التركيب :



2) حساب تيار الخط :

الاستطاعة الفعالة الممتصة في طور واحد : $P_1 = V.I$

$$\Rightarrow I = \frac{P_1}{V} \Rightarrow I = \frac{20.120}{115} \Rightarrow \mathbf{I = 20,87\ A}$$

3) حساب استطاعة التركيب :

$$P = 3.P_1 \Rightarrow P = 3.20.120 \Rightarrow \mathbf{P = 7200\ W = 7,2\ KW}$$

06 ص 142 :

حساب الاستطاعتين P_1 و P_2 : مع العلم أن

$$\begin{cases} P = P_1 + P_2 = 1200\ W \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1) \\ Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2) = P.tg\varphi = 1200\ VAR \quad \ldots\ldots\ldots (2) \end{cases}$$

نضرب المعادلة (1) في $\sqrt{3}$ ثم نجمع مع(2) : $(1) + (2)$.

$$2.\sqrt{3}.P_1 = 1200\sqrt{3} + 1200 \Rightarrow P_1 = \frac{1200.\sqrt{3}+1200}{2\sqrt{3}}$$

$$\mathbf{P_1 = 946,82\ W}$$

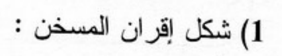
من المعادلة (1) : $P_2 = 1200 - P_1 = 1200 - 946,82 \Rightarrow \mathbf{P_2 = 253,18\ W}$

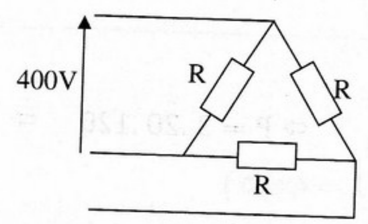
تمرين 07 ص 142 :

	نجمي	مثلثي
التوتر بين طرفي ثنائي القطب	V=230 V	U=400 V
تيار الطور	$J=\frac{V}{Z}=\frac{230}{10}=23\ A$	$J=\frac{U}{Z}=\frac{400}{10}=40\ A$
تيار الخط	$I=J=23\ A$	$I=\sqrt{3}.J=1{,}73\ .40=69{,}2A$
P1(لثنائي قطب واحد)	$P_1=V.I.\cos\varphi=230.23.0{,}8=4232W$	$...J.\cos\varphi=400.40.0{,}8=12800W$
P	$P=3\ .P_1\ =12696\ W$	$P=3\ .P_1\ =38400\ W$
Q	$Q=P\ .tg\varphi\ =9522\ VAR$	$Q=P\ .tg\varphi\ =28800VAR$
S	$S=\frac{P}{\cos\varphi}=15870\ VA$	$S=\frac{P}{\cos\varphi}=48000\ VA$

⇦ التعليق على النتائج :
المقادير الكهربائية في حالة إقران **مثلثي** تساوي تقريبا ثلاث (3) مرات المقادير في حالة إقران **نجمي** .

تمرين 08 ص 141 :


1) شكل إقران المسخن :



2) – حساب تيار الخط :

$$P=\sqrt{3}.U.I\qquad(\cos\varphi=1)$$

$$I=\frac{P}{\sqrt{3}.U}\quad⇨\quad I=\frac{3\ .10^3}{1{,}73\ .400}\quad⇨\quad \mathbf{I=4{,}34\ A}$$

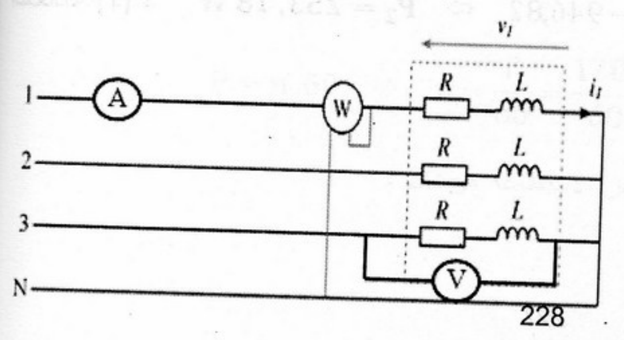
– حساب التيار المار في عناصر المسخن :

$$I=\sqrt{3}\ .J\quad⇨\quad J=\frac{I}{\sqrt{3}}\quad⇨\quad J=\frac{4{,}34}{1{,}73}\quad⇨\quad \mathbf{J=2{,}5\ A}$$

3) حساب المقاومة R لعنصر واحد من المسخن :

$$U=R\ .J\quad⇨\quad R=\frac{U}{J}\quad⇨\quad R=\frac{400}{2{,}5}\quad⇨\quad \mathbf{R=160\ \Omega}$$

تمرين 09 ص 142 :



1–1) نوع الإقران : **نجمي**

2–1) حساب شدة التيار المار في الحيادي :
$\mathbf{I_N=0}$ لأن الحمولة متزنة

3-1) القيمة الفعالة للتوتر بين طرفي وشيعة واحدة : **V=220 v**

2) و 4-1) تمثيل جهازي الأمبيرمتر و الفولطمتر

3) حساب ممانعة الوشيعة : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (L.2.\pi.f)^2}$

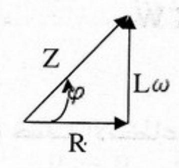
$$Z = \sqrt{40^2 + (0{,}1.2.3{,}14.50)^2} = 50{,}85\ \Omega$$

$$\mathbf{Z = 50,85\ \Omega}$$

2-4) حساب القيمة التي يشير إليها جهاز الأمبيرمتر (تيار الخط) :

$$V = Z.I \Rightarrow I = \frac{V}{Z} \Rightarrow I = \frac{220}{50{,}85} \Rightarrow \mathbf{I = 4,33\ A}$$

3-4) حساب زاوية فرق الطور بين i_1 و v_1 :



من مثلث الممانعات :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{40}{50{,}85}$$

$$\Rightarrow \cos\varphi = 0{,}78 \Rightarrow \boldsymbol{\varphi = 38°}$$

1-5) حساب عامل الاستطاعة : $\boldsymbol{\cos\varphi = 0,78}$

2-5) حساب الاستطاعة الظاهرية :

$$S = \sqrt{3}.U.I \Rightarrow S = 1{,}73.380.4{,}32 \Rightarrow \mathbf{S = 2839\ VA = 2,84\ KVA}$$

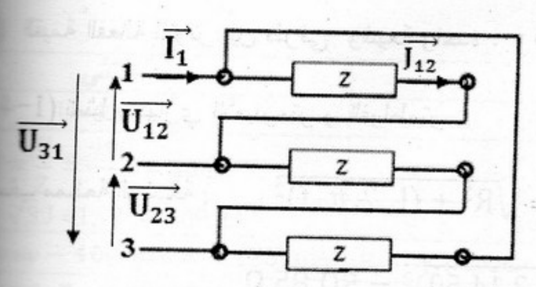
3-5) حساب الاستطاعة الفعالة :

$$P = 3.P_1 \Rightarrow P = 750.3 \Rightarrow \mathbf{P = 2250\ W = 2,25\ KW}$$

4-5) حساب الاستطاعة الارتكاسية :

$$Q = P.tg\varphi \Rightarrow Q = 2250.0{,}78$$

$$\mathbf{Q = 1755\ VAR = 1,76\ KVAR}$$



تمرين 10 ص 143 :

1) رسم الإقران المثلثي مع وضع المقادير:

2) حساب التيار J المار في عنصر واحد :

$$U = Z.J \Rightarrow J = \frac{U}{Z} \Rightarrow J = \frac{400}{158} \Rightarrow \mathbf{J = 2{,}53\ A}$$

3) حساب التيار I :

$$I = \sqrt{3}.J \Rightarrow I = 1{,}73\ .2{,}53 \Rightarrow \mathbf{I = 4{,}38\ A}$$

4) حساب الاستطاعة الفعالة :

$$P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$$

$$P = 1{,}73\ .400\ .4{,}38\ .0{,}8 \Rightarrow \mathbf{P = 2424{,}77\ W \simeq 2{,}42\ KW}$$

5) حساب الاستطاعة الارتكاسية :

$$Q = P.\mathrm{tg}\varphi \Rightarrow Q = 2424{,}77\ .\ 0{,}75$$

$$\mathbf{Q = 1818{,}58\ VAR = 1{,}82\ KVAR}$$

6) حساب الاستطاعة الظاهرية :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow S = \sqrt{2{,}42^2 + 1{,}82^2} \Rightarrow \mathbf{S = 3{,}03\ KVA}$$

6 وظيفة الاستطاعة

نشاط ص 147 :

1) عدد الأقطاب :

$$n=\frac{f}{p} \Rightarrow p=\frac{f}{n}=\frac{50.60}{1425}=2 \Rightarrow \mathbf{P=2}$$

عدد الأقطاب : **4**

2) الاستطاعة الممتصة :

$$P_a=\sqrt{3}.U.I.COS\varphi=1,73.380.15.0,8 \qquad \mathbf{P_a=7888,8W=7,88KW}$$

3) الانزلاق :

$$g=\frac{n-n'}{n}=\frac{1500-1425}{1500}=0,05 \qquad \mathbf{g=0,05=5\%}$$

4) الاستطاعة المنقولة :

$$P_{tr}=P_a-(P_{js}+P_{fs})=P_a-P_{fs} \qquad P_{tr}=7888,8-75=7813,8W=7,81KW$$

$$\mathbf{P_{tr}=7813,8W=7,81KW}$$

5) الضياع بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr}=g\cdot P_{tr} \qquad P_{jr}=0,05.7813,8=390,69W \qquad \mathbf{P_{jr}=390,69W}$$

6) المردود :

$$\eta=\frac{P_u}{P_a}=\frac{P_{tr}-(P_{jr}+P_m)}{P_a} \qquad \eta=\frac{7813,8-(390,69+75)}{7888,8}=0,93 \qquad \mathbf{\eta=93\%}$$

نشاط ص 148 :

الإقران الموافق :

3 × 220V	3 × 380V	الشبكة / المحرك
نجمي	غير ممكن	127 / 220 V
مثلثي	نجمي	220 / 380 V
غير ممكن	مثلثي	380 / 660 V

وضعية إدماجية ص 154 : مكونات خط التغذية للمحرك M_1

1) حساب التيار الممتص من طرف المحرك M_1 :

$$\eta = \frac{P_U}{P_a} \quad \Rightarrow \quad P_a = \frac{P_U}{\eta} = \frac{7500}{0,83} \quad P_a = 8928,57\ W$$

$$P_a = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi \quad \Rightarrow \quad I = \frac{P_a}{\sqrt{3}.U.COS\varphi} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{8928,57}{\sqrt{3}.400.0,84}$$

$$\mathbf{I = 15,34\ A}$$

2) إختيار القاطع العازل :

المعلومات المتوفرة : U=400 V ، I=15,34 A ، الربط بنابض

تشغيل أحادي الطور ، مماسين للقطع

من الوثيقة 4 نختار : **LS1 D323 .**

3) إختيار الفواصم :

المعلومات المتوفرة : U=400 V ، I=15,34 A ، الأبعاد : 38 × 10

من الوثيقة 1 نختار : **DF2 – CA16**

4) إختيار الملامس KM1:

المعلومات المتوفرة : U=400 V ، I=15,34 A ، P_u=7,5 KW ، U_C=24 V ، الربط بنابض

من الوثيقة 3 نختار : **LC1 D183B5** أو **LC1 D183B7**

5) اختيار المرحل الحراري :

المعلومات المتوفرة : U=400 V ، I=15,34 A ، الربط بنابض ، المعيار aM 16 ،

التركيب تحت الملامس LC1 D18

من الوثيقة 2 نختار : **LRD 213**

مكونات خط تغذية المحرك M_1 :

⇦ **المحرك :** I=15,34 A

⇦ **القاطع العازل :** LS1 D323

⇦ **الفواصم : الأبعاد** 38 × 10 ، النوع aM ، المعيار 16 A DF2 – CA16

⇦ **الملامس :** LC1 D183B7

⇦ **المرحل الحراري :**LRD 213 و يضبط على 15,34 A

نشاط ص 159 :

جدول تحريض الوشائع في حالة دوران المحرك عكس اتجاه عقارب الساعة :

وضعية الدوار	الأطوار المحرضة	نصف الخطوة
1	P – Q	1
8	R	2
7	Q – R	3
6	Q	4
5	Q – S	5
4	S	6
3	P – S	7
2	P	8

نشاط ص 160 :

1) – عدد أسنان الساكن : $n_S = 8$ – عدد أسنان الدوار : $n_r = 6$

2) الطور المحرض : 'A A

3) تغذية الطور 'BB :

– الوضعية الجديدة للدوار : الأسنان 2 و 5 للدوار تقابل الأسنان 2 و 6 للساكن

– يدور المحرك في نفس اتجاه عقارب الساعة

– الزاوية : $\alpha = \frac{\pi}{12}\text{rad}$ ⇦ $\alpha = \frac{2\pi}{6} - \frac{2\pi}{8} = \frac{2\pi}{24}$ ⇦ $\alpha = \alpha_r - \alpha_s$

– عدد الخطوات في الدورة :

$$N = \frac{2\pi}{\alpha} = 2\pi.\frac{12}{\pi} = 24 \quad \Rightarrow \quad N=24 \text{ pas/tr}$$

وضعية إدماجية ص 165 :

حساب عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة :

عدد الأطوار : m=4 ، عدد أزواج الأقطاب : p=1

تحويل القطب : $K_1=1$ ، تبديل متناظر : $K_2=1$

عدد الخطوات في الدورة : $N = m.p.K_1.K_2 = 4.1.1.1 \Rightarrow N = 4 \text{ pas/tr}$

عدد النبضات التي يتلقاها السجل لتقديم الطول 2,13 cm :

الطول الموافق لدورة كاملة للعجلة : $L = 2.\pi.R = 1,36.\pi = 4,26 \text{ cm}$

طول السلك المطلوب : 2,13 cm يمثل نصف دورة إذن يتقدم المحرك بخطوتين و بالتالي يتلقى السجل نبضتين .

اختبر معلوماتك

لتكن لوحة المواصفات لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور :

220 V/380 V	9,3 A/16,1 A
$\cos\varphi = 0,85$	4500 W
1445 tr/min	

1/ التوتر الأقصى المطبق على كل لف من لفات الساكن هو **220 V**

2/ يمكن تشغيل المحرك بـ :

☐ شبكة ثلاثية الطور 220 v فقط ☐ شبكة ثلاثية الطور 380 v فقط

☒ شبكة ثلاثية الطور 220 v و 380 v

3/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 220 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☒ مثلثي ☐ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي **220 V**

و شدة تيار الخط هي ☐ 9,3 A ☒ 16,1 A و شدة التيار المار في كل لف هي هو **9,3 A**

4/ إذا أردنا تشغيل المحرك في الشروط الاسمية على شبكة ثلاثية الطور 380 v ، يجب إقران لفات الساكن على شكل : ☐ مثلثي ☒ نجمي

فيخضع كل لف من لفاته لتوتر متناوب جيبي قيمته الفعالة هي **220 V**

و شدة تيار الخط هي **9,3 A** شدة التيار المار في كل لف هو **9,3 A**

إذا غذينا المحرك بشبكة 380 v و ربطنا لفات الساكن على شكل مثلثي :

☐ يشتغل المحرك و لكن يدور الدوار بسرعة أكبر من 1500 tr/min ☒ يمكن تدمير اللفات

5/ نربط نجميا على شبكة 220 V لفات المحرك . فيخضع كل لف لتوتر فعال :

☐ $\frac{220}{\sqrt{2}}$ V ☐ $220\sqrt{2}$ V ☐ 380 V ☒ $\frac{220}{\sqrt{3}}$ V

فيدور دوار المحرك بسرعة :

☐ تساوي السرعة الاسمية ☒ أصغر من السرعة الاسمية ☐ أكبر من السرعة الاسمية

6/ هذا المحرك ☒ يمكن ☐ لا يمكن اقلاعه " نجمي-مثلثي" على شبكة 127 V / 220 V .

هذا المحرك ☐ يمكن ☒ لا يمكن اقلاعه " نجمي-مثلثي" على شبكة 220 V / 380 V .

7/ السرعة الاسمية للدوار هي : **1445 tr/mn** سرعة المجال الدوار هي **1500 tr/mn**

تمثل 4500 W : ☒ الاستطاعة المفيدة الاسمية للمحرك ☐ الاستطاعة الممتصة الاسمية للمحرك

8/ يمثل 0,85 عامل الاستطاعة للمحرك في حالة التشغيل :

☐ بدون حمولة ☒ في الشروط الاسمية

9/ قيمة الانزلاق هي : **3,66 %**

تمرين 01 ص 167 :

1) شرح المعلومات :

300 W : الاستطاعة المفيدة الاسمية

230 V : توتو الربط المثلثي (توتر اللف الواحد) 400 V : توتر الربط النجمي

50 Hz : تواتر الشبكة 1440 tr/mn : سرعة الدوران الاسمية (سرعة المحرك)

COSφ =0,66 : معامل الاستطاعة

1,75 A : التيار الاسمي الموافق للربط المثلثي 1,00 A : التيار الاسمي الموافق للربط النجمي

2) سرعة المجال الدوار :

من لوحة المواصفات : $n' = 1440$ tr/mn مع العلم $n' < n$

نستنتج : $\boldsymbol{n = 1500}$ **tr/mn**

- التحويل إلى $\boldsymbol{tr/s}$: $n = \frac{1500}{60} = 25 \Rightarrow n = 25$ tr/s

3) حساب عدد أزواج الأقطاب :

$$n = \frac{f.60}{P} \Rightarrow P = \frac{f.60}{n} = \frac{50.60}{1500} \Rightarrow \mathbf{P} = 2$$

4) التوتر المطبق على لف واحد للساكن :

من لوحة المواصفات للمحرك نستنتج أن توتر اللف الواحد هو : **230 V**

5) نوع الإقران :

- شبكة التغذية : **230 / 400 V**
- تواترات تشغيل المحرك : **230 / 400 V**
- التوتر المركب للشبكة **400 V** يوافق التوتر الأكبر للمحرك إذن **إقران نجمي**

6) حساب تيار الخط :

من لوحة المواصفات I=1A لأن الربط نجمي

7) حساب المردود :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_u}{\sqrt{3}.U.I.COS\varphi} \Rightarrow \eta = \frac{300}{1,73.400.1.0,66} = 0,656 \Rightarrow \eta = 65,6\%$$

تمرين 02 ص 167 :

1) - سرعة التزامن :

من لوحة المواصفات : $n' = 1410$ tr/mn مع العلم $n' < n$

نستنتج : $\boldsymbol{n = 1500}$ $\boldsymbol{tr}$/mn

- عدد الأقطاب :

$$n = \frac{f.60}{P} \Rightarrow P = \frac{f.60}{n} = \frac{50.60}{1500} \Rightarrow \mathbf{P = 2}$$

عدد الأقطاب هو : $\mathbf{2P = 4}$

2) نوع إقران المحرك :

- شبكة التغذية : **220 / 380 V**
- توتر اللف الواحد : **380 V**
- التوتر المركب للشبكة **380 V** يوافق توتر اللف الواحد للمحرك إذن **<u>إقران مثلثي</u>**

3) أ- حساب عامل الاستطاعة في الفراغ :

$$P_0 = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi_0 \Rightarrow COS\varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}.U.I}$$

$$COS\varphi_0 = \frac{210}{1,73.380.1,5} \Rightarrow \mathbf{COS\varphi_0 = 0,21}$$

ب- حساب الضياعات المغناطيسية و الميكانيكية :

$$P_0 = P_C + P_{js0} \Rightarrow P_C = P_0 - \mathbf{P_{js0}} \Rightarrow P_C = P_0 - \frac{3}{2}RI_0^2$$

$$P_C = 210 - \frac{3}{2}1,5.(1,5)^2 \Rightarrow \mathbf{P_C = 204,9W}$$

$$P_C = P_{fs} + P_m \Rightarrow P_{fs} = P_m = \frac{P_C}{2} = \frac{204,9}{2}$$

$$\mathbf{P_{fs} = P_m = 102,45\ W}$$

4) أ- الانزلاق :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow g = \frac{1500 - 1410}{1500} = 0,06 \Rightarrow \mathbf{g = 6\,\%}$$

ب - حساب الضياعات بمفعول جول في الساكن :

$$P_{js} = \frac{3}{2}RI^2 \Rightarrow P_{js} = \frac{3}{2}\ 1,5.(4,7)^2 \Rightarrow \mathbf{P_{js} = 49,7\,W}$$

جـ - حساب الضياعات بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr} = g.P_{tr} = g.(P_a - P_{js} - P_{fs}) \Rightarrow P_{jr} = 0,06.(2500 - 49,7 - 102,45)$$

$$\mathbf{P_{jr} = 140,87\ W}$$

د – حساب الاستطاعة المفيدة :

$$P_u = P_a - (P_{js} + P_{fs} + P_{jr} + P_m)$$

$$P_u = 2500 - (49{,}7 + 102{,}45 + 140{,}87 + 102{,}45)$$

$$\mathbf{P_u = 2104,53\ W}$$

- العزم المفيد : $T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$

$$\Omega' = \frac{2\,\pi\, n'}{60} = \frac{2\,\pi\, 1410}{60} \quad \Rightarrow \quad \Omega' = \mathbf{147,58}\ \boldsymbol{rad/s}$$

$$T_u = \frac{2104{,}53}{147{,}58} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{T_u = 14,26\ N.m}$$

- مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_U}{P_a} = \frac{2104{,}53}{2500} = 0{,}841 \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{\eta = 84,1\ \%}$$

تمرين 03 ص 167 :

1) أ- حساب الضياع بمفعول جول في الساكن في الفراغ :

$$P_{js0} = 3.R.I_0^2 \quad \Rightarrow \quad P_{js0} = 3.0{,}4.(11{,}2)^2 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P_{js0} = 150,52\ W}$$

ب- الضياع بمفعول جول في الدوار في الفراغ **معدوم** لأن الانزلاق معدوم .

جـ - حساب الضياعات في الحديد :

$$P_C = P_{fs} + P_m \quad \Rightarrow \quad P_{fs} = P_C - P_m$$

$$P_C = P_0 - P_{js0} \quad \Rightarrow \quad P_C = 1150 - 150{,}52 = 999{,}48\ W$$

$$P_{fs} = 999{,}48 - 510 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P_{fs} = 489,48\ W}$$

2) أ- حساب عامل الاستطاعة الاسمي :

$$P_a = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi \quad \Rightarrow \quad COS\varphi = \frac{P_a}{\sqrt{3}.U.I}$$

$$COS\varphi = \frac{18{,}1.10^3}{1{,}73.380.32} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{COS\varphi = 0,86}$$

- حساب سرعة الدوران الاسمية :

$$n' = (1 - g).n \quad \Rightarrow \quad n' = (1 - 0{,}04).1500$$

$$\mathbf{n' = 1440\ tr/mn}$$

ب- حساب تواتر تيارات الدوار :

$$f_g = f.g \Rightarrow f_g = 0{,}04\,.50 \Rightarrow \boldsymbol{f_g = 2\,Hz}$$

نقول عن الضياع في حديد الدوار مهمل لأن تواتر تيارات الدوار f_g ضعيف .

3) - حساب الضياع بمفعول جول في الساكن :

$$P_{js} = 3.R.I^2 \Rightarrow P_{js} = 3.0{,}4.32^2 \Rightarrow \mathbf{P_{js} = 1228{,}8\ W}$$

- حساب الضياع بمفعول جول في الدوار :

$$P_{jr} = g.P_{tr} = g.\left(P_a - P_{js} - P_{fs}\right)$$

$$P_{jr} = 0{,}04.(18{,}1.10^3 - 1228{,}8 - 489{,}48)$$

$$\mathbf{P_{jr} = 655{,}26\ W}$$

4- حساب الاستطاعة المفيدة :

$$\Rightarrow P_u = 18{,}1.10^3 - 999{,}48 - 1228{,}8 - 655{,}26 P_u = P_a - P_C - P_{js} - P_{jr}$$

$$\boldsymbol{P_u = 15216{,}46\ W}$$

- مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_U}{P_a} \Rightarrow \eta = \frac{15216{,}46}{18{,}1.10^3} = 0{,}84 \Rightarrow \boldsymbol{\eta = 84\ \%}$$

- حساب عزم المزدوجة :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$$

$$\Omega' = \frac{2\pi n'}{60} = \frac{2.3{,}14.1440}{60} = 150{,}72\ rad/s$$

$$T_u = \frac{15216{,}46}{150{,}72} \Rightarrow \boldsymbol{T_u = 100{,}95\ N.m}$$

تمرين 04 ص 168 :

1) نمط تغذية المحرك : ثنائي القطب ($K_1=2$)

2) عدد الأطوار : m=4

3) عدد الخطوات في الدورة و حسب الشكل التبديل متناظر $K_2=1$:

$N = m.p.K_1.K_2 \Rightarrow N = 4.1.2.1 \Rightarrow \mathbf{N = 8\ pas/tr}$

4) حساب الخطوة الزاوية بالدرجة :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 45^\circ}$$

تمرين 05 ص 168 :

1) عدد الأطوار : m=8

2) عدد الأقطاب : 2 (p=1)

3) تغذية الأطوار منفصلة (تبديل متناظر) $K_2=1$ و منه عدد الوضعيات :

$N=p.m.K_1.K_2 \Rightarrow N=1.8.1.1 \Rightarrow \mathbf{N=8\ pas/tr}$

4) الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 45^\circ}$$

تمرين 06 ص 168 :

1) جدول تحريض الأطوار :

وضعية الدوار	المقحل المشبع	وضعية الدوار	المقحل المشبع
1	T_1	5	T_3
2	T_1 , T_2	6	T_3 , T_4
3	T_2	7	T_4
4	T_2 , T_3	8	T_4 , T_1

2) ـ عدد الأطوار : m=4

ـ عدد الأقطاب : 2 (p=1)

ـ نوع التبديل : لا متناظر ($K_2=2$)

ـ نوع التغذية : أحادي القطب (أحادي الاتجاه) $K_1=1$

ـ الخطوة الزاوية : $\alpha = \frac{360^\circ}{N}$

عدد الوضعيات : $N= m.p. K_1.K_2 \Rightarrow N=4.1.2.1 \Rightarrow \mathbf{N=8\ pas/tr}$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 45^\circ}$$

7 وظيـــفـــة تـــضـــخـــيـــم

نشاط ص 177 :

الفرق بين المقاحل ثنائية القطبية و المقاحل ذات الأثر الحقلي

	مقاحل ثنائية القطبية	مقاحل ذات الأثر الحقلي
التحكم	بالتيار	بالتوتر
ممانعة الدخول	متوسطة	كبيرة جدا
الإستهلاك في الطاقة	إستهلاك متوسط للتيار	إستهلاك ضعيف للتيار .
الإستعمال	التضخيم و التبديل	لبناء دارات مندمجة

نشاط ص 180 :

بطاقة تقنية للترياك BTA/BT08-800B

Triac BTA/BTB08-800B (general purpose AC switching and phase control operation)

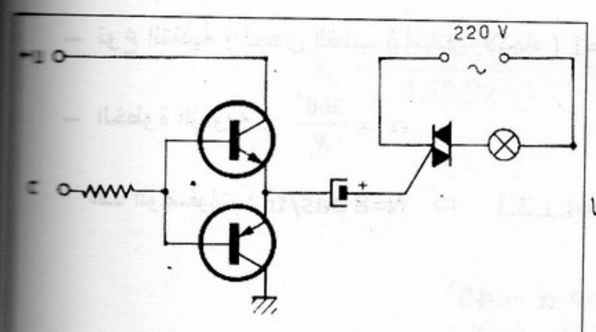
الرمز	المدلول		القيمة	الوحدة
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltage		800	V
I_{GT}	Gate trigger current	T_j = 25 °C	5 to 50	mA
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	T_c = 100 °C	8	A
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle)	t = 20 ms	80	A
I_{GM}	Peak gate current	T_j = 125 °C	4	A

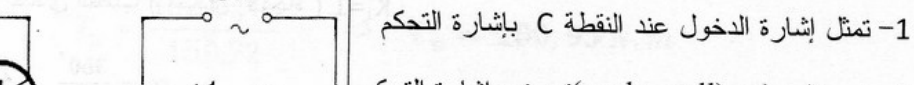
تيار التحكم I_{GT} هو تيار البوابة يتراوح مابين 5 إلى 10mA .

تيار الحمولة I_T يقدر بـ 8A لموجة جيبية كاملة .

تيار ذو ذررة غير متكرر I_{TSM} يقدر بـ 80A لدورة كاملة .

تمرين 01 ص 181





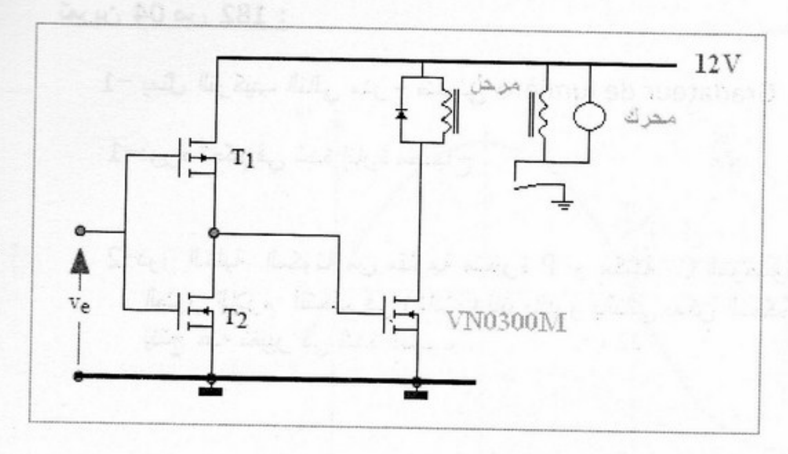
1- تمثل إشارة الدخول عند النقطة C بإشارة التحكم

2- دور المقحلين (push –pull)تضخيم إشارة التحكم

3- يمكن تحسين الإشارة عند مخرج المقحلين لأنه
تظهر تشوهات وذلك بإضافة ثنائيتين توتر عتبتيهما
يساوي توتر عتبة المقحلين .

4- المصباح يمثل جزء الإستطاعة في التركيب

تمرين 02 ص 181 :



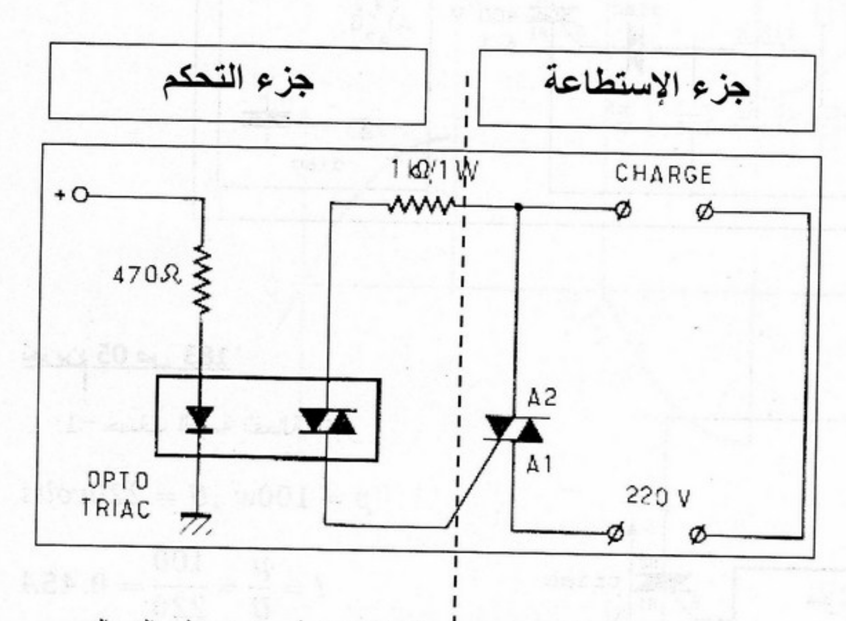
1- يمثل التركيب المكون من المقحلين T_1 و T_2 مضخم إشارة الدخول بإستعمال مقحل Mosfet تركيب (push-pull)

2- المقحل Mosfet (VN0300M) يعمل في التبديل ونتحكم في مدخله بالتوتر .

يتحكم المقحل في المرحل و الذي بدوره يتحكم في المحرك ، حيث بوجود توتر مناسب في مدخل المقحل يصبح المقحل مشبع (ممرر للتيار) وبالتالي تغذى وشيعة المرحل و التي بدورها تتحكم في دوران المحرك .

عند إنعدام توتر في مدخل المقحل يتوقف ، ينتج عنه توقف المحرك.

تمرين 03 ص 182:



1- ينقسم التركيب إلى جزئين هامين جزء التحكم (partie de commande) يحتوي على الترياك الضوئي Opto - triac و جزء الإستطاعة (partie de puissance) .

2- الفائدة التي يقدمها هذا النوع من التركيب هي: الوسط الذي يربط دارة التحكم بدارة الإستطاعة هو الضوء ، الشيء الذي يسمح بعزل دارة التحكم عن أي تأثير محتمل من دارة الإستطاعة .

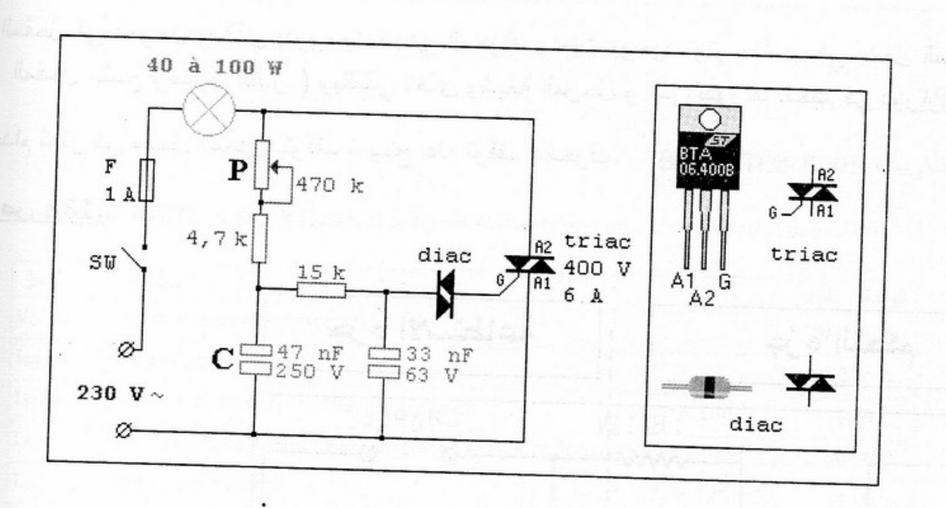
3- بإمكاننا تطوير هذا التركيب من ناحية التحكم وذلك بإستعمال مثلا جهاز الكمبيوتر أو API .

تمرين 04 ص 182 :

1- يمثل التركيب التالي مدرج ضوئي Gradateur de lumière

1-دوره تحكم في شدة إنارة مصباح

2-دور الخلية المكونة من مقاومة متغيرة P و مكثفة C الموصولة مع الدياك تسمح بالحصول علي فرق الطور اللازم للتحكم في زناد G للترياك و بالتالي يمكن التحكم في التوتر الفعال المغذي للمصباح التي ينتج عنه تغيير في شدة الضوء .



100 W

F 1 A

u

مولد إشارة التحكـــــم

A2 triac

G A1

V_{Tr}

V

220V 50Hz ~

تمرين 05 ص 183

1- حساب القيمة الفعالة للتيار I

$$p = 100w \ , U = 220volts$$

$$I = \frac{p}{U} = \frac{100}{220} = 0.45A$$

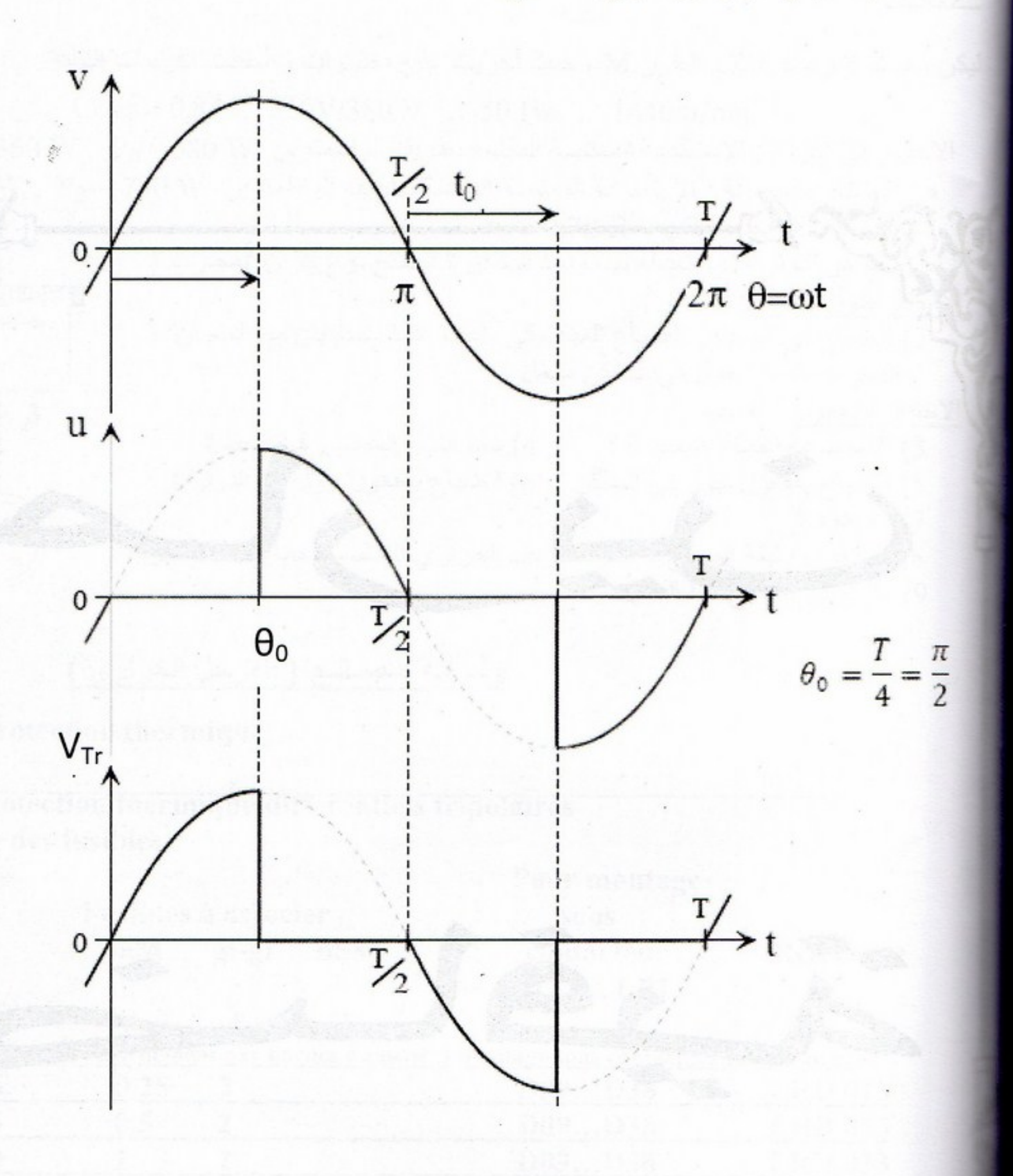
$$v = V\sqrt{2}\,\sin\omega t = V\sqrt{2}\,\sin\theta \ ,$$

$$\theta = \omega t \ , \quad \theta_0 = \omega t_0 \ = 2\pi f\frac{T}{4}$$

$$V = 220volts \ , \quad \omega = 314\,rd/s$$

$$\theta_0 = \frac{\pi}{2}\text{rad}$$

2- تمثيل البياني للتوتر بين طرفي المصباح u



$$\theta_0 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}$$

- حساب القيمة الفعالة لـ u :

$$U^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)dt = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u^2(\theta)d\theta \Rightarrow U = V\sqrt{1 - \frac{\theta_0}{\pi} + \frac{\sin 2\theta_0}{2\pi}}$$

$$U = 220\sqrt{1 - \frac{\frac{\pi}{2}}{\pi} + \frac{\sin 2\frac{\pi}{2}}{2\pi}} = 155.56 volts$$

تمارين إضافية

تمرين 01 :

ليكن محرك لاتزامني ثلاثي الطور M ، حيث أجريت عليه اختبارات و أعطت القياسات التالية :

Cosφ = 0,84 , 220V/380 V , 50 Hz , 1440 tr/mn

الاختبار في الفراغ : الاستطاعة الممتصة المقاسة بطريقة الواطمترين P_A=1360 W , P_B=-680 W

- الاختبار بالحمولة : الاستطاعة الممتصة المقاسة بطريقة الواطمترين P_A=2760 W , P_B=1780 W

مقاومة اللف الواحد للساكن : $r = 0,72\ \Omega$

1) ما هو التوتر الذي يتحمله لف واحد للساكن ؟ استنتج نوع إقران المحـرك ؟

الاختبار بدون حمولة : أحسب

2) الضياع في الحديد و الضياع الميكانيكي باعتبارهما متساويان مع العلم أن الضياع بمفعول جول في الساكن مهمل ؟

الاختبار بالحمولة : أحسب

3) الاستطاعة الفعالة الممتصة ؟ 4) شدة التيار الممتص في الخط ؟

5) الضياع بمفعول جول في الساكن ؟ 6) الضياع بمفعول جول في الدوار ؟

7) المردود ؟

8) باستعمال وثيقة الصانع ، اختر المرحل الحراري المناسب لحماية هذا المحرك ؟

9) ما هو نوع إقلاع هذا المحرك ؟

وثيقة الصانع (المرحل الحراري)

Relais de protection thermique
Références .

Relais de protection thermique differentiels tripolaires à associer à des fusibles

Zone de réglage du relais A	Fusibles à associer aM A	gf-gl A	BS88 A	Pour montage sous contacteur LC1 , LP1	Référence
Classe 10 A (1) avec raccordement par bornes à ressort (montage sous contacteur uniquement)					
0,10…0,16	0,25	2		D09…D38	LRD 013
0,16…0,25	0,5	2		D09…D38	LRD 023
0,25…0,40	1	2		D09…D38	LRD 033
0,40…0,63	1	2		D09…D38	LRD 043
0,63…1	2	4		D09…D38	LRD 053
1…1,6	2	4	6	D09…D38	LRD 063
1,6…2,5	4	6	10	D09…D38	LRD 073
2,5…4	6	10	16	D09…D38	LRD 083
4…6	8	16	16	D09…D38	LRD 103
5,5…8	12	20	20	D09…D38	LRD 123
7…10	12	20	20	D09…D38	LRD 143
9…13	16	25	25	D12…D38	LRD 163
12…18	20	35	32	D18…D38	LRD 213
16…24	25	50	50	D25…D38	LRD 223

تمرين 03 :

يوصل محركان لاتزامنيان 3 ~ بالشبكة 220 / 380 v ، 50Hz

تعطي لوحة مواصفات كل محرك ما يلي :

المحرك M1 : $Pa_1 = 5$ Kw ، $Cos\ \alpha_1 = 0.7$ ، 220 / 380 v

المحرك M2 : $Pa_2 = 8$ Kw ، $Cos\ \alpha_2 = 0.8$ ، 380 / 660 v

1- أحسب شدة التيار الكلي في الخط عند إشتغال المحركين معا ؟

2- إستنتج معامل الإستطاعة للحمولة كاملة ؟

نضيف إلى الشبكة محرك M_3 الذي يحمل المواصفات التالية :

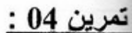
220V/380V ; 50Hz ; 0,57Kw ; 2,7A/1,56A ; 1480tr/mn ; $Cos\varphi = 0,77$

3- ما هي المعلومات التي تستخلصها من هذه المواصفات ؟

4- انطلاقا من هذه المواصفات ، احسب مايلي :

- سرعة التزامن و عدد أزواج الأقطاب ؟
- الانزلاق ؟
- الاستطاعة الممتصة ؟
- العزم المفيد ؟
- المردود الاسمي ؟

5- هل يمكن إقلاع هذا المحرك " نجمي – مثلثي " ؟ علل .



تمرين 04 :

ليكن المحرك خطوة خطوة الممثل في الشكل 1

1- عيّن عدد الأطوار 2- حدد عدد الأقطاب

3- نوع التبديل 4- نوع التغذية

5- أحسب عدد الخطوات

6- إنطلاقا من الوضعية الممثلة في الشكل ، عيّن S_1 , S_2 , S_3 , S_4

7- ما هي المبدلة الواجب تغيير وضعيتها للحصول على دوران :

- في اتجاه عقارب الساعة .
- عكس إتجاه عقارب الساعة .

تمرين 05 :

ليكن المحرك خ خ الممثل في الشكل 2

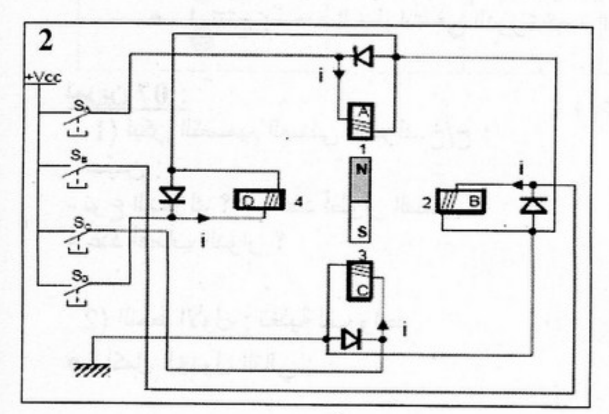
1- أكمل الجدول التالي ؟

2- أوجد القيم التالية : $m , P , K_1 , K_2 , N , \alpha$

ثم استنتج نوع التبديل في حالة :

* التحكم بالخطوة الكاملة

* التحكم بنصف الخطوة





القاطعة المغلقة	الوشيعة المعرضة	اتجاه الدوران
S_A		
S_B		
S_C		
S_D		

تمرين 06 :

I) ليكن التصميم المبدئي لمحرك خ/خ :

1/ عيّـن : - نوع المحرك ؟ - عدد أطوار الساكن ؟ - عدد أقطاب الدوار ؟

2/ نغذي على التتابع كل نصف لف :

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
❶	1	0	0	0		
❷						
❸						
❹						

- من أجل كل تعاقب عيّن وضعية الدوار :

❶ ❷ ❸ ❹

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل (التحكم) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟

3/ نغذي على التتابع كل نصفي لف :

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
❶	1	1	0	0		
❷						
❸						
❹						

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل (التحكم) ؟
- استنتج :- عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟

تمرين 07 :

1) ليكن التصميم المبدئي لمحرك خ/خ :

عيّـن :

- نوع المحرك ؟ - عدد أطوار الساكن ؟
- عدد أقطاب الدوار ؟

2) النمط الأول : تغذية لف واحد

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	$I_1>0$	$I_1<0$	$I_2>0$	$I_2<0$	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
❶	1	0	0	0		
❷						
❸						
❹						

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل (التحكم) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟

3) النمط الثاني : تغذية لفين

- أكمل الجدول التالي :

	وضعية الدوار	$I_2<0$	$I_2>0$	$I_1<0$	$I_1>0$	تعاقب التحكم
إتجاه عكس عقارب الساعة		0	1	0	1	❶
						❷
						❸
						❹

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل (التحكم) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟ - الخطوة الزاوية ؟

4) نريد الحصول على خطوة زاوية 45°

- أكمل الجدول التالي :

	وضعية الدوار	$I_2<0$	$I_2>0$	$I_1<0$	$I_1>0$	تعاقب التحكم
إتجاه عقارب الساعة					1	❶
						❷
						❸
						❹
						❺
						❻
						❼
						❽
						❾

- حدد : - نوع التغذية ؟ - نمط التشغيل (التحكم) ؟
- استنتج : - عدد الخطوات في الدورة ؟

تمرين 01 :

1) - التوتر الذي يتحمله لف واحد للساكن : من لوحة المواصفات للمحرك نجد توتر اللف الواحد 220 V .

- نوع الإقران : نجمي لأن التوتر المركب للشبكة يوافق التوتر الأكبر للمحرك .

⇦ الاختبار بدون حمولة :

2) الضياع في الحديد و الضياع الميكانيكي :

$$P_{a0} = P_{fs} + P_m \quad (P_{js0} = 0)$$

$$P_A + P_B = P_{fs} + P_m \Rightarrow P_{fs} = P_m = \frac{P_A + P_B}{2} = \frac{1360 - 680}{2}$$

$$P_{fs} = P_m = \frac{680}{2} \Rightarrow \mathbf{P_{fs} = P_m = 340\,W}$$

⇦ الاختبار بالحمولة :

3) الاستطاعة الفعالة الممتصة : $P_a = P_A + P_B$

$$P_a = 2760 + 1780 \Rightarrow \mathbf{P_a = 4540\,W}$$

4) شدة التيار الممتص في الخط :

$$P_a = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi \Rightarrow I = \frac{P_a}{\sqrt{3}.U.COS\varphi} \Rightarrow I = \frac{4540}{1{,}73.380.0{,}84}$$

$$\mathbf{I = 8{,}22\,A}$$

5) الضياع بمفعول جول في الساكن :

$$P_{js} = 3.r.I^2 \Rightarrow P_{js} = 3.0{,}72.(8{,}22)^2 \Rightarrow \mathbf{P_{js} = 145{,}94\,W}$$

6) الضياع بمفعول جول في الدوار :

$$\mathbf{P_{jr} = g.P_{tr}}$$

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow g = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0{,}04 \Rightarrow \mathbf{g = 4\,\%}$$

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs}) \Rightarrow P_{tr} = 4540 - (145{,}94 + 340) \Rightarrow P_{tr} = 4054\,W$$

$$P_{jr} = 0{,}04.4054 \Rightarrow \mathbf{P_{jr} = 162{,}16\,W}$$

7) المردود :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_{tr} - (P_{jr} + P_m)}{P_a}$$

$$\eta = \frac{4054 - (162{,}16 + 340)}{4540} = 0{,}7823$$

$$\eta = 78{,}23\%$$

8) اختيار المرحل الحراري المناسب لحماية هذا المحرك باستعمال وثيقة الصانع :
بما أن التيار الممتص I=8,22 A يوافق تيار ضبط المرحل 10 .... 7 إذن المرحل الحراري المناسب هو :
LRD 143
9) نوع إقلاع هذا المحرك :
من المخطط الوظيفي : إقلاع مباشر اتجاه واحد للدوران .

تمرين 02 :

1) كيفية ربط لفات الساكن مع الشبكة : التوتر المركب للشبكة 380 V يوافق التوتر الأكبر للمحرك إذن إقران **نجمي**
2) التوتر الفعال المطبق على كل لف هو **220 V**
3) لا يمكن إقلاع هذا المحرك " نجمي – مثلثي " لأن توتر الشبكة 380V لا يوافق توتر الربط المثلثي (220V)
4) من المنحنى :
- الدور T : **T=20ms**
- التواتر f : $\mathbf{f = 50Hz}$ ⇨ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20.10^{-3}}$
- النبض ω : $\boldsymbol{\omega = 314\ rad/s}$ ⇨ $\omega = 2.\pi.f = 2\,.\,3{,}14.50$
- التوتر و التيار الأقصى : $\mathbf{V_{1MAX} = 310V}$ ، $\mathbf{I_{1MAX} = 7A}$
- التوتر و التيار الفعال :

$$V_1 = \frac{V_{1MAX}}{\sqrt{2}} = \frac{310}{\sqrt{2}} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{V_1 = 220\ V}$$

$$I_1 = \frac{I_{1MAX}}{\sqrt{2}} = \frac{7}{\sqrt{2}} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{V_1 = 4,96\ A \simeq 5A}$$

- الممانعة Z لكل لف :

$$V_1 = Z.I_1 \quad \Rightarrow \quad Z = \frac{V_1}{I_1}$$

$$Z = \frac{220}{5} \quad \Rightarrow \quad Z = 44\,\Omega$$

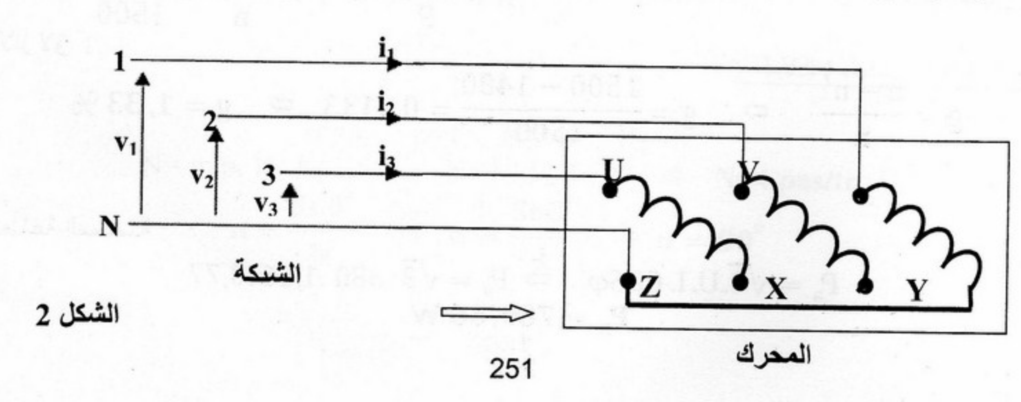
- زاوية فرق الطور φ لكل لف :
الفارق الزمني بين الأشارتين $i_1(t)$ و $v_1(t)$ هو θ : $\theta = 2ms$

إذن فرق الطور φ هو :

$$\varphi = \frac{2\,\pi}{T}\,.\,\theta = \frac{2\,\pi}{20}\,.2$$

$$\varphi = \frac{4\,\pi}{20} = \frac{\pi}{5} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{\varphi = \frac{\pi}{5}\ rad}$$

5) ربط الشبكة بالمحرك محققا الاقران الموافق :



الشكل 2

تمرين 03 :

1) شدة التيار الكلي في الخط عند إشتغال المحركين معا :
بتطبيق نظرية بوشرو :

الاستطاعات / الأجهزة	الاستطاعة الفعالة KW	الاستطاعة الارتكاسية KVAR
M_1	5	5,05
M_2	8	6
المجموع	**13**	**11,05**

حساب الاستطاعة الظاهرية : $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow S = 17{,}06\ KVA$

حساب التيار الممتص :

$$S = \sqrt{3}.U.I \Rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3}.U} \Rightarrow I = \frac{17{,}06.10^3}{1{,}73.380} \Rightarrow \mathbf{I = 25,95\ A}$$

2) معامل الإستطاعة للحمولة كاملة :

$$P = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi \Rightarrow COS\varphi = \frac{P}{\sqrt{3}.U.I}$$

$$COS\varphi = \frac{13.10^3}{1{,}73.380.25{,}95} \Rightarrow \mathbf{COS\varphi = 0,76}$$

3) شرح المعلومات المواصفات :

$COS\varphi = 0{,}77$: معامل الاستطاعة الاسمي

1480 tr/mn : سرعة الدوران الاسمية (سرعة المحرك)

2,7 A : التيار الاسمي الموافق للربط المثلثي   1,56 A : التيار الاسمي الموافق للربط النجمي

0,57 KW : الاستطاعة المفيدة الاسمية

50 Hz : تواتر الشبكة

220 V : توتو الربط المثلثي (توتر اللف الواحد)   380 V : توتر الربط النجمي

4) انطلاقا من هذه المواصفات ، حساب :

- سرعة التزامن :

$n' = 1480\ tr/mn$ مع العلم $n' < n$ نستنتج : $\mathbf{n = 1500\ tr/mn}$

- عدد أزواج الأقطاب :

$$n = \frac{f.60}{P} \Rightarrow P = \frac{f.60}{n} = \frac{50.60}{1500} \Rightarrow \mathbf{P = 2}$$

- الانزلاق :

$$g = \frac{n - n'}{n} \Rightarrow g = \frac{1500 - 1480}{1500} = 0{,}0133 \Rightarrow \mathbf{g = 1,33}\ \%$$

- الاستطاعة الممتصة :

$$P_a = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi \Rightarrow P_a = \sqrt{3}.380.1{,}56.0{,}77$$

$$\mathbf{P_a = 789,66\ W}$$

- العزم المفيد :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'}$$

$$\Omega' = \frac{2\,\pi\,n'}{60} = \frac{2.3{,}14.1480}{60} = 154{,}9\ rad/s$$

$$T_u = \frac{0{,}57.10^3}{154{,}9} \Rightarrow \boldsymbol{T_u = 3{,}67\ N.m}$$

- المردود الاسمي :

$$\eta = \frac{P_U}{P_a} \Rightarrow \eta = \frac{0{,}57.10^3}{789{,}66} = 0{,}721 \Rightarrow \boldsymbol{\eta = 72{,}1\,\%}$$

5- لا يمكن إقلاع هذا المحرك " نجمي – مثلثي " لأن التوتر المركب للشبكة 380V لا يوافق توتر الربط المثلثي .

تمرين 04 :

1- عدد الأطوار : m=8

2 - عدد الأقطاب : 2 (p=1)

3 - نوع التبديل : لا متناظر (K_2=2)

4 - نوع التغذية : أحادي القطب (أحادي الاتجاه) K_1=1

5 - عدد الخطوات : $N= m.p.\ K_1.K_2 \Rightarrow N=8\ .\ 1\ .\ 2\ .\ 1 \Rightarrow$ **N=16 pas/tr**

6- إنطلاقا من الوضعية الممثلة في الشكل : $S_1=1\ ,\ S_2=1\ ,\ S_3=1\ ,\ S_4=1$

7- المبدلة الواجب تغيير وضعيتها للحصول على دوران :

- في اتجاه عقارب الساعة : $S_4=0$
- عكس إتجاه عقارب الساعة : $S_1=0$

تمرين 05 :

1- تكملة الجدول :

القاطعة المغلقة	الوشيعة المحرضة	اتجاه الدوران
S_A	A	اتجاه عقارب الساعة
S_B	B	
S_C	C	
S_D	D	

2- تعيين القيم التالية : $m\ ,\ P\ ,\ K_1\ ,\ K_2\ ,\ N\ ,\ \alpha$ ثم استنتاج نوع التبديل :

* في حالة التحكم بالخطوة الكاملة :

$m=4\ ,\ p=1\ ,\ K_1=1\ ,\ K_2=1$

$N= m.p.\ K_1.K_2 \Rightarrow N=4\ .\ 1\ .\ 1\ .\ 1 \Rightarrow$ **N=4 pas/tr**

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 90^\circ}$$

* في حالة التحكم بنصف الخطوة :

$$m=4 \;,\; p=1 \;,\; K_1=1 \;,\; K_2=2$$

$$N = m.p.K_1.K_2 \;\Rightarrow\; N=4\,.\,1\,.\,2\,.\,1 \;\Rightarrow\; \mathbf{N=8\ pas/tr}$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \;\Rightarrow\; \alpha = \frac{360^\circ}{8} \;\Rightarrow\; \boldsymbol{\alpha = 45^\circ}$$

تمرين 06 :

1/ تعيين :

- نوع المحرك : أحادي القطب ذو مغناطيس دائم
- عدد أطوار الساكن : m=4
- عدد أقطاب الدوار : 2 (p=1)

2/ نغذي على التتابع كل نصف لف :

- ملء الجدول :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	
❶	1	0	0	0	1	اتجاه عكس عقارب الساعة
❷	0	1	0	0	3	
❸	0	0	1	0	5	
❹	0	0	0	1	7	

- من أجل كل تعاقب تعيين وضعية الدوار :

❶ S N ← S N

❷ N S ↓ N S

❸ N S → N S

❹ S N ↑ S N

- تحديد : - نوع التغذية : أحادي القطب $K_1=1$

- نمط التشغيل (التحكم) : متناظر (التحكم بالخطوة الكاملة) $K_2=1$

- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة: $N = m.p.K_1.K_2 = 4\,.1\,.1\,.1 \;\Rightarrow\; N = 4\ pas/tr$

- الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \;\Rightarrow\; \alpha = \frac{360^\circ}{4} \;\Rightarrow\; \boldsymbol{\alpha = 90^\circ}$$

3/ نغذي على التتابع كل نصفي لف :

- ملء الجدول :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	
❶	1	1	0	0	2	إتجاه عكس عقارب الساعة
❷	0	1	1	0	4	
❸	0	0	1	1	6	
❹	1	0	0	1	8	

- تحديد : - نوع التغذية : $K_1=1$
  - نمط التشغيل (التحكم) : $K_2=1$
- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة : $N = m.p.K_1.K_2 = 4.1.1.1 \Rightarrow N = 4\ pas/tr$
  - الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^{\circ}}{4} \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 90^{\circ}}$$

تمرين 07 :

1) ليكن التصميم المبدئي لمحرك خ/خ :

تعيين :

- نوع المحرك : ثنائي القطب ذو مغناطيس دائم
- عدد أطوار الساكن : m=2
- عدد أقطاب الدوار : 2 (p=1)

2) النمط الأول : تغذية لف واحد

- ملء الجدول :

تعاقب التحكم	$I_1>0$	$I_1<0$	$I_2>0$	$I_2<0$	وضعية الدوار	
❶	1	0	0	0	1	إتجاه عكس عقارب الساعة
❷	0	0	1	0	3	
❸	0	1	0	0	5	
❹	0	0	0	1	7	

- تحديد : - نوع التغذية : $K_1=2$
  - نمط التشغيل (التحكم) : $K_2=1$
- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة : $N = m.p.K_1.K_2 = 2.1.2.1 \Rightarrow N = 4\ pas/tr$
  - الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^{\circ}}{4} \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 90^{\circ}}$$

3) النمط الثاني : تغذية لفين

- ملء الجدول :

تعاقب التحكم	$I_1>0$	$I_1<0$	$I_2>0$	$I_2<0$	وضعية الدوار	
❶	1	0	1	0	2	اتجاه عكس عقارب الساعة
❷	0	1	1	0	4	
❸	0	1	0	1	6	
❹	1	0	0	1	8	

- تحديد : - نوع التغذية : $K_1=2$
  - نمط التشغيل (التحكم) : $K_2=1$ متناظر

- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة : $N = m.p.K_1.K_2 = 2.1.2.1 \Rightarrow N = 4\, pas/tr$
  - الخطوة الزاوية :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{4} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

4) نريد الحصول على خطوة زاوية 45°

- ملء الجدول :

تعاقب التحكم	$I_1>0$	$I_1<0$	$I_2>0$	$I_2<0$	وضعية الدوار	
❶	1	0	0	1	1	اتجاه عقارب الساعة
❷	1	0	0	1	8	
❸	0	0	0	1	7	
❹	0	1	0	0	6	
❺	0	1	0	0	5	
❻	0	1	1	0	4	
❼	0	0	1	0	3	
❽	1	0	1	0	2	
❾	1	0	0	0	1	

- تحديد : - نوع التغذية : $K_1=2$ ثنائي القطب
  - نمط التشغيل (التحكم) : $K_2=1$ لامتناظر
- استنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :

$$N = m.p.K_1.K_2 = 2.1.2.2 \Rightarrow N = 8\, pas/tr$$

يصـــدر

في نفس السلسلة





دار المختار للطباعة و النشر و التوزيع
شارع البريد - اسطاوالي - الجزائر
الهاتف/ الفاكس: 021391464
البريد الالكتروني: edition.mokhtar@gmail.com
9789961817827